



TUGAS AKHIR - SS 141501

**MODEL HIBRIDA *EXPONENTIAL SMOOTHING*
PENDEKATAN *STATE SPACE* DENGAN METODE
VARIASI KALENDER UNTUK PERAMALAN *INFLOW*
DAN *OUTFLOW* UANG KARTAL DI JAWA TIMUR**

ANA SUSANTI
NRP 1312 100 033

Dosen Pembimbing
Dr. Suhartono

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR - SS 141501

**MODEL HIBRIDA *EXPONENTIAL SMOOTHING*
PENDEKATAN *STATE SPACE* DENGAN METODE
VARIASI KALENDER UNTUK PERAMALAN *INFLOW*
DAN *OUTFLOW* UANG KARTAL DI JAWA TIMUR**

ANA SUSANTI
NRP 1312 100 033

Dosen Pembimbing
Dr. Suhartono

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - SS 141501

**FORECASTING INFLOW AND OUTFLOW OF MONEY CURRENCY
IN EAST JAVA USING A HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING AND
CALENDAR VARIATION MODEL**

**ANA SUSANTI
NRP 1312 100 033**

**Supervisor
Dr. Suhartono**

**Undergraduate Programme of Statistics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**MODEL HIBRIDA *EXPONENTIAL SMOOTHING*
PENDEKATAN *STATE SPACE* DENGAN METODE
VARIASI KALENDER UNTUK PERAMALAN *INFLOW*
DAN *OUTFLOW* UANG KARTAL DI JAWA TIMUR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANA SUSANTI
NRP. 1312 100 033

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JANUARI 2016

**MODEL HIBRIDA *EXPONENTIAL SMOOTHING*
PENDEKATAN *STATE SPACE* DENGAN METODE VARIASI
KALENDER UNTUK PERAMALAN *INFLOW* DAN *OUTFLOW*
UANG KARTAL DI JAWA TIMUR**

Nama : Ana Susanti
NRP : 1312100033
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Suhartono

Abstrak

Ketersediaan uang kartal di Bank Indonesia dapat ditinjau melalui arus keluar masuknya uang kartal yang disebut dengan istilah inflow dan outflow. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan inflow dan outflow uang kartal di KPw BI Jawa Timur dengan menggunakan pemodelan hibrida exponential smoothing pendekatan state space dengan model variasi kalender. Pemodelan hibrida ini diharapkan dapat menghasilkan nilai kesalahan peramalan yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya. Ada dua kajian yang akan dibahas dalam penelitian ini. Kajian pertama mengenai studi simulasi pemodelan hibrida menggunakan data pola trend, musiman dan variasi kalender. Kajian kedua mengenai penerapan model hibrida untuk peramalan inflow dan outflow uang kartal di KPw BI Jawa Timur. Pada penelitian ini, hasil kajian simulasi menunjukkan bahwa pemodelan exponential smoothing tidak dapat menangkap pola variasi kalender sehingga menghasilkan nilai RMSE 10 kali lipat dari nilai standar deviasi error yang ditetapkan. Hasil pemodelan hibrida exponential smoothing dengan model variasi kalender dapat menangkap pola trend, musiman dan variasi kalender secara bersama-sama yang ditunjukkan melalui nilai RMSE yang diperoleh sudah mendekati nilai standar deviasi error yang ditetapkan. Pada kajian terapan, secara umum pemodelan hibrida memberikan hasil yang lebih baik untuk 5 variabel yaitu inflow uang kartal di KPw BI Surabaya, Malang, Jember serta outflow uang kartal di KPw BI Surabaya dan Kediri. Sedangkan pemodelan regresi time series memberikan hasil yang lebih baik untuk 3 variabel yaitu outflow uang kartal di KPw BI Malang, Jember dan inflow uang kartal di KPw BI Kediri.

Kata Kunci— *Exponential Smoothing, Hibrida, Inflow, Outflow, Regresi Time Series, State Space*

FORECASTING INFLOW AND OUTFLOW OF MONEY CURRENCY IN EAST JAVA USING A HYBRID EXPONENTIAL SMOOTHING AND CALENDAR VARIATION MODEL

Name : Ana Susanti
NRP : 1312100033
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Dr. Suhartono

Abstract

Money currency availability in Bank Indonesia can be examined by inflow and outflow of money currency. The objective of this research is to forecast the inflow and outflow of money currency in each Representative Office (RO) of BI in East Java by using a hybrid exponential smoothing based on state space approach and calendar variation model. Hybrid model is expected to generate more accurate forecast. There are two studies that will be discussed in this research. The first studies about hybrid model using simulation data that contain pattern of trends, seasonal and calendar variation. The second studies about the application of a hybrid model for forecasting the inflow and outflow of money currency in each RO of BI in East Java. The first of results indicate that exponential smoothing model can not capture the pattern calendar variation. It results RMSE values 10 times standard deviation of error. The second of results indicate that hybrid model can capture the pattern of trends, seasonal and calendar variation. It results RMSE values approaching the standard deviation of error. In the applied study, the hybrid model give more accurate forecast for five variables : the inflow of money currency in Surabaya, Malang, Jember and outflow of money currency in Surabaya and Kediri. Otherwise, the time series regression model yields better for three variables : outflow of money currency in Malang, Jember and inflow of money currency in Kediri.

Keywords—Exponential Smoothing, Hybrid, Inflow, Outflow, Time Series Regression, State Space

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kepada Allah S.W.T., atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Model Hibrida *Exponential Smoothing* Pendekatan *State Space* dengan Metode Variasi Kalender untuk Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di Jawa Timur”**.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam menyelesaikan proses Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Jurusan Statistika ITS, dosen pembimbing serta dosen wali atas segala bimbingan, saran, semangat, kesabaran dan waktu yang diberikan kepada penulis hingga laporan Tugas Akhir ini selesai.
2. Bapak Dr. Ir. Setiawan, M.S selaku kalab bisnis ekonomi dan dosen penguji atas kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M.Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, M.T. selaku Kaprodi S1 Jurusan Statistika ITS yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen Jurusan Statistika ITS, atas ilmu yang telah diberikan selama penulis berada di bangku kuliah.
6. Orang tua tercinta Ibu Sri Watini, serta kakak perempuan satu-satunya Ari Novita, tidak lupa juga kedua keponakan tersayang Iful dan Della yang selalu memberi dukungan, motivasi, dan doa untuk kesuksesan penulis.
7. Sahabat-sahabat kuliah Sasa, Rahma, Sandya, Dewi, Novi, Alfian, Erna, Zuzun dan Mas Fakhrul atas kebersamaannya menemani penulis baik dalam keadaan senang maupun susah.

8. Teman-teman statistika ITS Angkatan 2012 sigma 23 atas semangat dan doa yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga pelaksanaan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis merasa masih banyak kekurangan dari segi teknis penulisan maupun materi dari Tugas Akhir ini. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan untuk perbaikan penelitian-penelitian selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Model Variasi Kalender.....	7
2.1.1 Model Variasi Kalender Berbasis TSR.....	7
2.1.2 ACF dan PACF.....	8
2.1.3 Cek Diagnosa.....	8
2.2 <i>Exponential Smoothing</i>	10
2.3 Klasifikasi Model <i>Exponential Smoothing</i>	10
2.4 <i>Single Exponential Smoothing (N,N Method)</i>	13
2.5 <i>Holt-Winters' Trend and Seasonality Method</i>	13
2.5.1 <i>Additive Seasonality : ETS (A,A,A)</i>	14
2.5.2 <i>Multiplicative Seasonality : ETS (M,A,M)</i>	14
2.6 Klasifikasi Model <i>State Space</i>	15
2.7 Estimasi Parameter Model <i>State Space</i>	15
2.8 Model Hibrida <i>Exponential Smoothing</i> dengan Model Variasi Kalender	16
2.9 Pemilihan Model Terbaik.....	16
2.10 Uang Kartal.....	17

2.11 Bank Indonesia Wilayah Jawa Timur	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Sumber Data	19
3.2 Variabel Penelitian.....	20
3.3 Langkah Penelitian	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Kajian Simulasi	27
4.1.1 Simulasi Data dengan Pola <i>Trend</i> dan Musiman.....	27
4.1.2 Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> pada Data Simulasi <i>Trend</i> dan Musiman.....	29
4.1.3 Simulasi Data dengan Pola <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender	31
4.1.4 Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> pada Data Simulasi <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender	35
4.1.4 Pemodelan Hibrida pada Data Simulasi <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender	34
4.2 Kajian Terapan	56
4.2.1 Pemodelan <i>Inflow dan Outflow</i> Uang Kartal pada Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur dengan Model Hibrida	56
4.2.2 Pemodelan <i>Inflow dan Outflow</i> Uang Kartal pada Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur dengan Model TSR....	80
4.3 Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> uang Kartal di Wilayah Jawa timur	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	109

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model <i>Exponential Smoothing</i> dengan Komponen <i>Trend</i>	11
Gambar 2.2 Model <i>Exponential Smoothing</i> dengan Komponen Musiman	12
Gambar 2.3 Model <i>Exponential Smoothing</i> dengan Komponen <i>Trend</i> dan Musiman	12
Gambar 2.4 Peta Lokasi KPw BI Jawa Timur.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Kajian Simulasi	24
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> Data <i>Trend</i> dan Musiman <i>Additive</i>	28
Gambar 4.2 <i>Time Series Plot</i> Data <i>Trend</i> dan Musiman <i>Multiplicative</i>	28
Gambar 4.3 <i>Time Series Plot</i> Musiman Data <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender <i>Additive</i>	33
Gambar 4.4 <i>Time Series Plot</i> Musiman Data <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender <i>Multiplicative</i>	34
Gambar 4.5 Perbandingan RMSE Sebelum dan Sesudah ditambahkan CV_t (<i>Additive</i>)	36
Gambar 4.6 Perbandingan RMSE Sebelum dan Sesudah ditambahkan CV_t (<i>Multiplicative</i>)	37
Gambar 4.7 <i>Time Series Plot</i> Eliminasi Efek Variasi Kalender (<i>Additive</i>)	40
Gambar 4.8 <i>Time Series Plot</i> Eliminasi Efek Variasi Kalender + <i>Trend</i> (<i>Additive</i>).....	41
Gambar 4.9 <i>Time Series Plot</i> Eliminasi Efek Variasi Kalender + <i>Seasonal</i> (<i>Additive</i>).....	42
Gambar 4.10 <i>Time Series Plot</i> Eliminasi Efek Variasi Kalender + <i>Trend</i> + <i>Seasonal</i> (<i>Additive</i>)	43
Gambar 4.11 <i>Time Series Plot</i> Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data <i>Actual</i> (<i>Additive</i>).....	47
Gambar 4.12 <i>Time Series Plot</i> Eliminasi CV (<i>Multiplicative</i>)...	48

Gambar 4.13	Eliminasi CV+ <i>Trend (Multiplicative)</i>	49
Gambar 4.14	Eliminasi Efek Variasi Kalender + <i>Trend Seasonal (Multiplicative)</i>	50
Gambar 4.15	Eliminasi Efek Variasi Kalender + <i>Trend + Seasonal + (TxS) (Multiplicative)</i>	51
Gambar 4.16	<i>Time Series Plot</i> Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data <i>Actual (Multiplicative)</i>	55
Gambar 4.17	<i>Inflow</i> Uang Kartal masing-masing KPw di wilayah Jawa Timur.....	59
Gambar 4.18	<i>Outflow</i> Uang Kartal masing-masing KPw di wilayah Jawa Timur.....	60
Gambar 4.19	<i>Time Series Plot</i> Residual Model Awal.....	62
Gambar 4.20	Skematik Model Regresi Linier Efek <i>Inflow</i> Uang Kartal Saat Bulan terjadinya Idul Fitri dan Satu Bulan Setelah terjadinya Idul Fitri.....	66
Gambar 4.21	<i>Time Series Plot</i> residual dengan penanganan <i>Outlier</i>	67
Gambar 4.22	Data Actual vs Nilai Ramalan <i>Inflow</i> dan Perbandingan nilai $RMSE_{out}$ untuk setiap <i>k-step</i> KPw BI Surabaya	68
Gambar 4.23	Data <i>Actual</i> vs Nilai ramalan tahun 2014	69
Gambar 4.24	Skematik Model Regresi Linier Efek <i>Inflow</i> Uang Kartal Saat Bulan terjadinya Idul Fitri dan Satu Bulan Setelah terjadinya Idul Fitri (data tahun 2014 <i>in-sample</i>)	70
Gambar 4.25	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Inflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Malang)	72
Gambar 4.26	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Inflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Kediri)	73
Gambar 4.27	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Inflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Jember)	74
Gambar 4.28	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Outflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Surabaya).....	75

Gambar 4.29	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Outflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Malang)	76
Gambar 4.30	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Outflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Kediri)	78
Gambar 4.31	Data <i>actual</i> vs Ramalan <i>Outflow</i> Tahun 2014 (KPw BI Jember)	79
Gambar 4.32	RMSE <i>Adaptive</i> Model Hibrida <i>Inflow</i> uang Kartal di Masing-masing KPw Wilayah Jawa Timur	80
Gambar 4.33	RMSE <i>Adaptive</i> Model Hibrida <i>Outflow</i> uang Kartal di Masing-masing KPw Wilayah Jawa Timur	81
Gambar 4.34	Pengujian Asumsi Residual persamaan (4.48) Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya.....	84
Gambar 4.35	Pengujian Asumsi Residual persamaan (4.49) Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya.....	85
Gambar 4.36	Pengujian Asumsi Residual persamaan (4.50) Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya.....	88
Gambar 4.37	Data Aktual <i>Inflow In-Sample</i> dan Hasil Peramalan dengan Metode <i>Time Series</i> <i>Regression</i> di Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur.....	95
Gambar 4.38	Data Aktual <i>Outflow In-Sample</i> dan Hasil Peramalan dengan Metode <i>Time Series</i> <i>Regression</i> di Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur.....	95
Gambar 4.39	Data Aktual <i>Inflow Out-Sample</i> dan Hasil Peramalan dengan Metode <i>Time Series</i> <i>Regression</i> di Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur.....	96
Gambar 4.40	Data Aktual <i>Outflow Out-Sample</i> dan Hasil Peramalan dengan Metode <i>Time Series</i> <i>Regression</i> di Masing-masing KPw BI Wilayah Jawa Timur.....	96

Gambar 4.41 RMSE *Adaptive* Model TSR *Inflow* uang Kartal
di Masing-masing KPw Wilayah Jawa Timur..... 97

Gambar 4.42 RMSE *Adaptive* Model TSR *Outflow* uang
Kartal di Masing-masing KPw Wilayah Jawa
Timur 97

Gambar 4.43 Plot Hasil Ramalan *Inflow* Uang Kartal Tahun
2015 101

Gambar 4.44 Plot Hasil Ramalan *Outflow* Uang Kartal Tahun
2015 102

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Model <i>Exponential Smoothing</i>	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> Uang	
Kartal	20
Tabel 3.2 Variabel Penelitian Kajian Terapan	21
Tabel 3.3 Identifikasi Variabel <i>Dummy</i> Efek Variasi	
Kalender.....	22
Tabel 4.1 Data Simulasi <i>Trend</i> dan Musiman <i>Additive</i>	27
Tabel 4.2 Data Simulasi <i>Trend</i> dan Musiman <i>Multiplicative</i> ..	28
Tabel 4.3 Informasi Terjadinya Hari Raya Idul Fitri	31
Tabel 4.4 Data Simulasi <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi	
Kalender (<i>Additive</i>).....	32
Tabel 4.5 Data Simulasi <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi	
Kalender (<i>Multiplicative</i>).....	33
Tabel 4.6 Nilai RMSE Model TSR Data Simulasi	
(<i>Additive</i>)	43
Tabel 4.7 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=1) <i>Additive</i>	45
Tabel 4.8 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=3) <i>Additive</i>	45
Tabel 4.9 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=5) <i>Additive</i>	46
Tabel 4.10 Nilai RMSE Model TSR Data Simulasi	
(<i>Multiplicative</i>)	51
Tabel 4.11 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=1) <i>Multiplicative</i>	52
Tabel 4.12 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=3) <i>Multiplicative</i>	53
Tabel 4.13 RMSE Model <i>Exponential Smoothing</i> Data	
Residual (Standar Deviasi=5) <i>Multiplicative</i>	53
Tabel 4.14 Penggunaan Variabel <i>Dummy</i> Efek Variasi	
Kalender pada Setiap Tahun	57

Tabel 4.15	<i>Outlier</i> untuk Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya (Hibrida).....	63
Tabel 4.16	Komponen banyaknya Hari dan Koefisien Regresi Level 1	65
Tabel 4.17	Perhitungan Nilai Ramalan <i>Inflow</i> Uang Kartal KPw BI Surabaya.....	68
Tabel 4.18	Kebaikan Model Hibrida <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> KPw BI	80
Tabel 4.19	Uji Signifikansi Parameter Model <i>Time Series</i> <i>Regression</i> Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya (Parameter Awal)	83
Tabel 4.20	<i>Outlier</i> untuk Data <i>Inflow</i> di KPw BI Surabaya (TSR)	85
Tabel 4.21	Signifikansi Parameter Model TSR.....	87
Tabel 4.22	Perhitungan Nilai Ramalan <i>Inflow</i> Uang Kartal KPw BI Surabaya.....	89
Tabel 4.23	Kebaikan Model <i>Time Series Regression Inflow</i> dan <i>Outflow</i> KPw BI Jawa Timur	94
Tabel 4.24	RMSE <i>Adaptive Inflow</i> Uang Kartal Metode TSR...	98
Tabel 4.25	RMSE <i>Adaptive Outflow</i> Uang Kartal Metode TSR.....	98
Tabel 4.26	Pemilihan Model Terbaik	99
Tabel 4.27	Hasil Peramalan <i>Inflow</i> Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur Tahun 2015	100
Tabel 4.28	Hasil Peramalan <i>Outflow</i> Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur Tahun 2015	100

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data <i>Inflow</i> Uang Kartal di Jawa Timur.....	109
Lampiran 2 Data <i>Outflow</i> Uang Kartal di Jawa Timur	110
Lampiran 3 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> Data Simulasi <i>Trend</i> dan Musiman (<i>Additive</i>).....	111
Lampiran 4 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> Data Simulasi <i>Trend</i> dan Musiman (<i>Additive</i>).....	112
Lampiran 5 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> Data Simulasi <i>Trend</i> , Musiman dan Variasi Kalender (<i>Additive</i>) dan (<i>Multiplicative</i>)	113
Lampiran 6 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender) <i>Additive</i>	114
Lampiran 7 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender) <i>Multiplicative</i>	116
Lampiran 8 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Inflow</i> Surabaya).....	118
Lampiran 9 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Inflow</i> Malang)	119
Lampiran 10 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Inflow</i> Kediri)	120
Lampiran 11 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Inflow</i> Jember)	121
Lampiran 12 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Outflow</i> Surabaya)	122
Lampiran 13 <i>Output</i> Pemodelan <i>Exponential Smoothing</i> (Residual Hasil TSR <i>Outflow</i> Malang).....	123

Lampiran 14	<i>Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Outflow Kediri).....</i>	124
Lampiran 15	<i>Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Outflow Jember)</i>	125
Lampiran 16	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di Surabaya .</i>	126
Lampiran 17	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di KPw Malang.....</i>	128
Lampiran 18	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di KPw Kediri.....</i>	130
Lampiran 19	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di KPw Jember.....</i>	132
Lampiran 20	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Surabaya</i>	134
Lampiran 21	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Malang.....</i>	136
Lampiran 22	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Kediri.....</i>	138
Lampiran 23	<i>Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Jember.....</i>	140

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Uang kartal merupakan salah satu alat pembayaran tunai yang memiliki fungsi penting dalam mendukung transaksi perekonomian. Hal ini dikarenakan hampir semua kegiatan ekonomi, baik produksi, konsumsi serta investasi selalu melibatkan uang. Uang kartal yang diedarkan oleh Bank Indonesia ini digunakan sebagai alat pembayaran yang sah di wilayah Republik Indonesia. Peredaran uang kartal baik di masyarakat maupun perbankan diatur oleh Bank Indonesia. Dalam Peraturan Bank Indonesia No.14/7/PBI pada tanggal 27 Juni 2012 mengenai Pengelolaan Uang Rupiah, Bank Indonesia merupakan lembaga yang berwenang melakukan pengelolaan uang rupiah yang meliputi perencanaan, pencetakan, pengeluaran, pengedaran, pencabutan dan penarikan, serta pemusnahan uang rupiah (Bank Indonesia, 2015a).

Bank Indonesia adalah lembaga negara independen dan merupakan bank sentral Republik Indonesia yang mempunyai satu tujuan tunggal, yaitu mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah. Dalam melaksanakan tugasnya, Bank Indonesia menyusun perencanaan kebutuhan uang (RKU). RKU menjadi dasar untuk bahan pertimbangan dalam menerbitkan dan mencetak uang. Berdasarkan peran uang yang sedemikian penting, Bank Indonesia senantiasa berupaya mencapai misinya yaitu menjamin ketersediaan uang kartal untuk memenuhi kebutuhan uang rupiah di masyarakat Indonesia dalam jumlah yang cukup, jenis pecahan yang sesuai, tepat waktu dan dalam kondisi layak edar (Bank Indonesia, 2015b).

Ketersediaan uang layak edar (ULE) dapat ditinjau melalui arus keluar masuknya uang kartal di Bank Indonesia. Aliran uang yang keluar dari Bank Indonesia kepada perbankan dan masyarakat disebut sebagai *outflow* sedangkan aliran uang yang

masuk dari perbankan dan masyarakat kepada Bank Indonesia disebut sebagai *inflow*. Pola perkembangan uang layak edar (ULE) tidak terlepas dari perkembangan aktivitas perekonomian nasional dan pola musiman, dimana kenaikan ULE terjadi pada periode menjelang hari raya keagamaan, libur dan pendaftaran sekolah serta tahun baru. Pada tahun 2011, posisi ULE tertinggi berada pada tanggal 26 Agustus yang bertepatan dengan awal Hari Raya Idul Fitri, dengan posisi ULE mencapai 391,9 triliun rupiah. Perkembangan ULE selama tahun 2011 mengikuti pola musiman sebagaimana tahun-tahun sebelumnya (Bank Indonesia, 2015c).

Total penarikan uang kartal di Kantor Perwakilan (KPw) BI wilayah Jawa Timur pada bulan Juli 2015 mencapai 13,456 triliun rupiah, jumlah ini menduduki urutan kedua terbanyak setelah DKI Jakarta sebesar 26,376 triliun rupiah. Sedangkan total penyetoran uang kartal ke KPw BI wilayah Jawa Timur mencapai 10,719 triliun rupiah (Bank Indonesia, 2015d). Melihat kondisi tingginya aliran *inflow* dan *outflow* uang kartal tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa perlu disusun suatu perencanaan kebutuhan dan pengadaan uang kartal di Jawa Timur. Dengan demikian, penting dilakukan suatu penelitian mengenai pemodelan *time series* untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur.

Model *exponential smoothing* adalah suatu model peramalan yang digunakan untuk prediksi data yang mengandung pola *trend* dan musiman. Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa *inflow* dan *outflow* uang kartal mengandung pola bukan hanya *trend* dan musiman tetapi juga mengandung pola variasi kalender. Jika digunakan model hanya *exponential smoothing* saja, maka diduga akan memberikan hasil yang tidak baik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan gabungan atau pengembangan model hibrida model *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender. Harapannya model hibrida ini merupakan model peramalan yang praktis dan dapat menangkap ketiga pola secara

bersama-sama sehingga dapat menghasilkan nilai kesalahan peramalan yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya.

Penelitian sebelumnya mengenai peramalan *netflow* uang kartal pernah dilakukan oleh Karomah (2014) dengan menggunakan model variasi kalender dan model *Autoregressive Distributed Lag* (ADRL). Dalam penelitiannya, model terbaik untuk meramalkan *netflow* uang kartal adalah model gabungan antara variasi kalender berbasis ARIMAX dan model ARDL berbasis *time series*. Wulansari (2014) juga melakukan penelitian yang sama mengenai *netflow* uang kartal menggunakan metode ARIMAX dan *Radial Basis Function Network* (RBFN). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa metode ARIMAX memiliki hasil peramalan yang lebih baik di bandingkan metode nonlinier RBFN. Penelitian mengenai penerapan metode ARIMAX dan model regresi dua level pernah dilakukan oleh Suhartono, Lee dan Prastyo (2015) yang mealakukan peramalan pada data penjualan di sebuah perusahaan retail. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa model ARIMAX dan model regresi dua level dapat menangkap efek variasi kalender dan menghasilkan tingkat akurasi yang baik.

Sedangkan penelitian lain mengenai *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan ARIMAX dengan *calendar variation effect* adalah penelitian yang dilakukan oleh Hanim (2015) dan Masun (2015). Penelitian ini digunakan untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal yang terdapat pola musiman tahunan dan efek di hari raya Idul Fitri serta membandingkan hasil peramalan antara metode ARIMAX dan penerapan *regresi time series*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah *inflow* dan *outflow* uang kartal dipengaruhi oleh efek hari raya Idul Fitri dan efek musiman tahunan. Namun pada penelitian sebelumnya mengenai peramalan baik *netflow* maupun *inflow* dan *outflow* uang kartal memiliki kelemahan yaitu nilai RMSE yang diperoleh masih tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan hibrida model *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan

model variasi kalender yang diharapkan dapat menangani permasalahan yang dihasilkan oleh pemodelan *time series* pada penelitian sebelumnya.

Penelitian tentang metode *exponential smoothing* pernah dilakukan oleh Nurhariyadi (2015) mengenai peramalan inflasi di kota Banda Aceh dan Nasional menggunakan metode *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Penelitian ini menggunakan studi simulasi untuk membandingkan tingkat keakuratan metode *exponential smoothing* dengan adanya data *outlier*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil bahwa model *exponential smoothing* dengan penanganan *outlier* lebih baik daripada model *exponential smoothing* (model *basic*). Koehler, Snyder, Ord, dan Beaumont (2012) melakukan penelitian mengenai pemodelan *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Prosedur peramalan yang dilakukan adalah menggunakan studi simulasi dengan memasukkan tiga tipe *outlier* yaitu *Additive Outlier* (AO), *Level Shift* (LS) dan *Transitory Change* (TC). Penelitian ini diperoleh hasil bahwa model dengan penanganan *outlier* lebih baik daripada model tanpa penanganan *outlier* (model *basic*). Sedangkan penelitian mengenai pemodelan hibrida pernah dilakukan oleh Zhang (2003) yang menunjukkan bahwa dari perbandingan metode ARIMA, NN, dan hibrida ARIMA-NN yang menghasilkan hasil ramalan paling akurat adalah model Hibrida ARIMA-NN.

Terdapat banyak metode peramalan yang dapat digunakan untuk memodelkan data *time series*. Namun penggunaan metode peramalan tersebut harus disesuaikan dengan kondisi atau pola data sehingga dapat diperoleh model yang terbaik. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan hibrida model *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan model variasi kalender untuk kasus *inflow* dan *outflow* di Jawa Timur. Hasil akurasi pemodelan hibrida ini juga akan dibandingkan dengan model regresi *time series*. Sampai saat ini, pihak Bank Indonesia belum mempunyai metode yang standar untuk memprediksi nilai *inflow* dan *outflow* uang kartal di suatu KPw. Dengan demikian, hasil

dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kebijakan atau masukan yang utama bagi pihak Bank Indonesia dalam melakukan peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di suatu KPw.

1.2 Rumusan Masalah

Sampai saat ini metode peramalan yang digunakan untuk memprediksi *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur masih memberikan tingkat akurasi yang tidak konsisten. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan mengenai *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur menggunakan metode hibrida yang harapannya dapat memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode yang lainnya. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur?
2. Bagaimana model regresi *time series* yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur?
3. Bagaimana perbandingan tingkat akurasi dari kedua model dan hasil peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur berdasarkan model yang terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan model hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur.
2. Mendapatkan model regresi *time series* yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur.
3. Membandingkan tingkat akurasi dari kedua model tersebut dan mendapatkan peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur dari model yang terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kebijakan atau masukan yang utama bagi pihak Bank Indonesia dalam melakukan peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di suatu KPw BI, dalam hal ini KPw BI wilayah Jawa Timur. Berdasarkan informasi terkait peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal tersebut juga diharapkan dapat membantu pihak BI dalam melakukan kebijakan pengelolaan uang rupiah yang meliputi perencanaan, pencetakan, pengeluaran, pengedaran, penarikan, serta pemusnahan uang rupiah.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian Tugas Akhir ini hanya fokus pada *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Jawa Timur, yaitu KPw BI yang berada di Surabaya, Malang, Kediri, dan Jember. Pemodelan *time series* yang digunakan untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI tersebut adalah model regresi *time series* dan model hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang ada dalam penelitian ini merupakan penjelasan dari metode yang digunakan diantaranya model variasi kalender, model *exponential smoothing*, klasifikasi *model state space*, serta uraian mengenai uang kartal dan Bank Indonesia di Jawa Timur.

2.1 Model Variasi Kalender

Model variasi kalender merupakan model *time series* yang digunakan untuk meramalkan data yang mengikuti pola variasi kalender. Di Indonesia, dengan penduduk mayoritas Islam, Idul Fitri diduga berpengaruh terhadap pergerakan ekonomi, khususnya terhadap *inflow* dan *outflow* uang kartal. Perhitungan jatuhnya hari raya Idul Fitri didasarkan pada kalender Islam sehingga terjadi pergeseran lebih awal setiap tahunnya. Karena kondisi ini, maka model variasi kalender akan digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan yang akan digunakan adalah model variasi kalender berbasis regresi *time series*.

2.1.1 Model Variasi Kalender Berbasis Regresi *Time Series*

Model *time series regression* dari data yang memiliki unsur *trend* mengikuti persamaan sebagai berikut

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + a_t, \quad t=1,2,\dots,n \quad (2.1)$$

dengan a_t adalah komponen residual yang memenuhi asumsi *white noise*. Data yang memiliki pola musiman $S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{s,t}$ dapat ditulis :

$$Y_t = \beta_1 S_{1,t} + \beta_2 S_{2,t} + \dots + \beta_s S_{s,t} + a_t, \quad (2.2)$$

dengan $S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{s,t}$ merupakan variabel *dummy* untuk menjelaskan pola musiman. Model regresi linier untuk data dengan variasi kalender mengikuti persamaan :

$$Y_t = \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + a_t, \quad (2.3)$$

dengan

$V_{p,t}$ = variabel *dummy* untuk efek variasi kalender ke- p .

Jumlah variabel *dummy* yang menyatakan efek variasi kalender dapat diidentifikasi berdasarkan *time series plot*. Jika komponen *error* belum *white noise*, maka lag y_t digunakan sebagai tambahan variabel independen. Pemilihan lag tersebut didasarkan pada plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF).

2.1.2 ACF dan PACF

ACF merupakan suatu fungsi yang digunakan untuk menjelaskan korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} dari suatu proses yang sama dan hanya terpisah oleh lag waktu ke- k . Rumus ACF adalah sebagai berikut (Wei, 2006:10)

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Y_t)}\sqrt{\text{var}(Y_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad (2.4)$$

dengan

ρ_k = autokorelasi pada lag ke- k

$$\text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu) = \gamma_k$$

$$\text{var}(Y_t) = \text{var}(Y_{t+k}) = \gamma_0.$$

PACF digunakan untuk mengukur korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} setelah pengaruh variabel $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}$ dihilangkan. Rumus PACF dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Wei, 2006:11)

$$\begin{aligned} & \text{Corr}(Y_t, Y_{t+k} \mid Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}) \\ &= P_k \\ &= \frac{\text{cov}[(Y_t - \hat{Y}_t), (Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})]}{\sqrt{\text{var}(Y_t - \hat{Y}_t)}\sqrt{\text{var}(Y_{t+k} - \hat{Y}_{t+k})}}, \end{aligned} \quad (2.5)$$

dengan:

$$\begin{aligned}
\hat{Y}_t &= f(Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}) \\
&= \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t+1} + \alpha_2 Y_{t+2} + \dots + \alpha_{k-1} Y_{t+k-1} \\
\hat{Y}_{t+k} &= f(Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}) \\
&= \beta_0 + \beta_1 Y_{t+1} + \beta_2 Y_{t+2} + \dots + \beta_{k-1} Y_{t+k-1} .
\end{aligned}$$

2.1.3 Cek Diagnosa

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian terhadap residual dari model regresi *time series*. Residual yang diperoleh harus memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Pengujian *white noise* juga dapat dilakukan dengan uji Ljung-Box dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \rho_k \neq 0 \quad k = 1, 2, \dots, K$$

Statistik uji

$$Q_K = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)}, \quad (2.6)$$

jika $Q_K > X_{\alpha; K - (p+q)}^2$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak (Wei, 2006:153).

Uji normalitas residual dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : F_n(a_t) = F_0(a_t) \text{ (residual berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : F_n(a_t) \neq F_0(a_t) \text{ (residual tidak berdistribusi normal)}$$

Statistik uji

$$D = \sup |F_n(a_t) - F_0(a_t)|, \quad (2.7)$$

$F_n(a_t)$ = nilai distribusi kumulatif dari sampel

$F_0(a_t)$ = nilai distribusi kumulatif dari distribusi normal

H_0 ditolak jika $D > D_{(1-\alpha, n)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

2.2 *Exponential Smoothing*

Suatu data *time series* yang mengandung pola *trend*, pola musiman, atau mengandung pola *trend* dan musiman sekaligus, penggunaan metode rata-rata sederhana tidak sesuai untuk menggambarkan pola data tersebut. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk meramalkan data tersebut adalah dengan menggunakan metode *exponential smoothing*.

Ada berbagai metode yang masuk dalam keluarga *exponential smoothing*, masing-masing memiliki konsep bahwa peramalan adalah kombinasi tertimbang pengamatan yang lalu dengan pengamatan terbaru. Pengamatan terbaru diberikan bobot yang lebih besar dibandingkan pengamatan yang lalu. Nama "*exponential smoothing*" menggambarkan bahwa bobot menurun secara *exponential* sejalan dengan pengamatan yang lalu. Metode yang termasuk dalam metode *exponential smoothing*, antara lain:

1. Pemulusan eksponensial tunggal atau *single exponential smoothing*.
2. Pemulusan eksponensial ganda atau *double exponential smoothing* yang digunakan untuk menangani data dengan pola *trend*.
3. Pemulusan eksponensial tripel atau *triple exponential smoothing* yang digunakan untuk menangani data dengan pola *trend* dan musiman.

2.3 Klasifikasi Model *Exponential Smoothing*

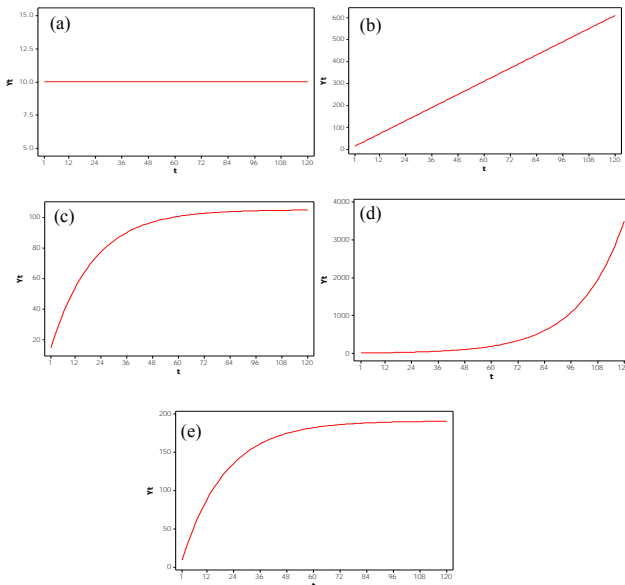
Exponential smoothing pertama kali diperkenalkan oleh Robert G Brown pada tahun 1944, dia bekerja sebagai peneliti pada Angkatan Laut Amerika Serikat. Idenya digunakan untuk memperkirakan kecepatan dan arah dari tembakan pada kapal selam. Kemudian metode ini dikembangkan menjadi metode *time series* oleh Charles Holt pada tahun 1957 (Gardner, 2006) dan muridnya yang bernama Peter Winters pada tahun 1960. Selanjutnya Pegels (1969) dalam Hyndman, Koehler, Ord, dan Snyder (2008) mengembangkan menjadi 9 model *exponential*

smoothing, kemudian dikembangkan lagi oleh Hyndman (2002) dan Taylor (2003) sehingga menjadi 15 model seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Model *Exponential Smoothing*

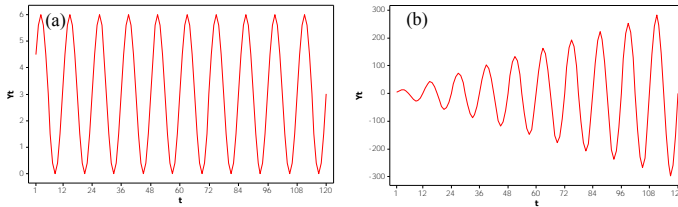
Komponen <i>Trend</i>	Komponen Musiman		
	N	A	M
	(None)	(Additive)	(Multiplicative)
N (None)	N,N	N,A	N,M
A (Additive)	A,N	A,A	A,M
A _d (Additive damped)	A _d ,N	A _d ,A	A _d ,M
M (Multiplicative)	M,N	M,A	M,M
M _d (Multiplicative damped)	M _d ,N	M _d ,A	M _d ,M

Berikut adalah grafik *Single Exponential Smoothing method*, *Holt's linear method*, *Additive Holt-Winters' method* dan *Multiplicative Holt-Winters' method*.



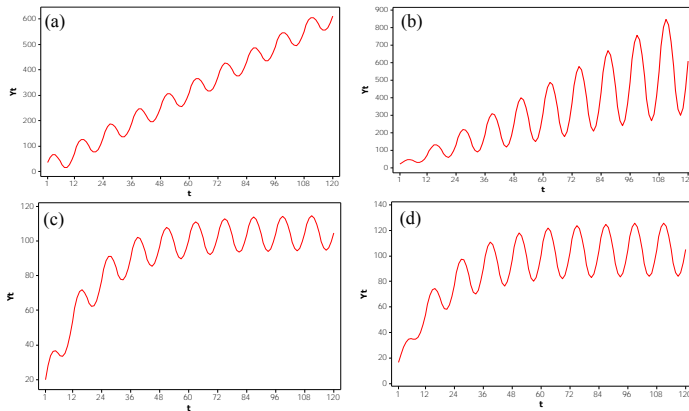
Gambar 2.1. Model *Exponential Smoothing* dengan Komponen *Trend* tanpa Error (a) tanpa trend (b) Additive (c) Additive damped (d) Multiplicative (e) Multiplicative damped

Sedangkan untuk komponen musiman terdiri dari musiman *additive* dan musiman *multiplicative*. Visualisasi model *exponential smoothing* dengan komponen musiman saja dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut.

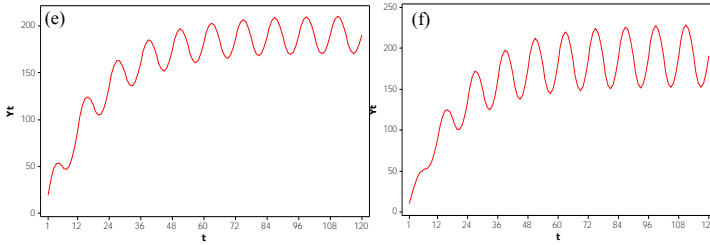


Gambar 2.2. Model *Exponential Smoothing* dengan Komponen Musiman tanpa *Error* (a) *Additive* (b) *Multiplicative*

Gabungan komponen *trend* dan musiman menghasilkan 8 kombinasi model, seperti pada Gambar 2.3 sebagai berikut.



Gambar 2.3. Kombinasi *Trend* dan Musiman tanpa *error* dalam model *Exponential Smoothing* (a) model (A,A) (b) model (A,M) (c) model (A_d,A) (d) model (A_d,M) (e) model (M_d,A) (f) model (M_d,M)



Gambar 2.3 (lanjutan). Kombinasi *Trend* dan Musiman tanpa *error* dalam model *Exponential Smoothing* (a) model (A,A) (b) model (A,M) (c) model (A_d,A) (d) model (Ad,M) (e) model (M_d,A) (f) model (M_d,M)

2.4 Single Exponential Smoothing (N,N Method)

Pemodelan *single exponential smoothing* digunakan pada saat data tidak memiliki pola *trend* atau musiman. Persamaan umum *single exponential smoothing* dapat ditulis:

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t). \quad (2.8)$$

Persamaan ramalan model *single exponential smoothing* adalah:

$$\hat{Y}_{t+h|t} = \hat{Y}_{t+1}, \quad h = 2, 3, \dots \quad (2.9)$$

dengan model *state space* dapat ditulis:

$$\begin{aligned} \ell_t &= \hat{Y}_{t+1} \\ \hat{Y}_{t+h|t} &= \ell_t \\ \ell_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha) \ell_{t-1}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Sehingga diperoleh model *single exponential smoothing* pada persamaan (2.12) (Hyndman *et al.*, 2008:13)

$$\hat{Y}_{t+1} = \ell_t = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.11)$$

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t. \quad (2.12)$$

2.5 Holt-Winters' Trend and Seasonality Method

Jika data tidak memiliki pola *trend* atau musiman, maka metode *single exponential smoothing* merupakan metode yang sesuai. Jika data menunjukkan pola *trend* linier, maka *Holt's linear method* adalah metode yang tepat. Tetapi jika terdapat data

yang berpola musiman, maka kedua metode tersebut tidak bisa menangani permasalahan dengan baik. Holt (1957) mengusulkan metode untuk data musiman. Metodenya dipelajari oleh Winters (1960), sehingga model tersebut dikenal dengan nama "*Holt-Winters' trend and seasonality method*".

Holt-Winters' trend and seasonality method didasarkan pada tiga persamaan *smoothing*, level, *trend*, dan musiman. Terdapat dua *Holt-Winters' trend and seasonality method* berdasarkan pemodelan musiman secara additif atau secara multiplikatif (Hyndman *et al.*, 2008:16).

2.5.1 Additive Seasonality Model : ETS (A,A,A)

Berikut adalah model *state space* untuk ETS (A,A,A):

$$\begin{aligned}\mu_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m} \\ \ell_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + \alpha a_t \\ b_t &= b_{t-1} + \beta a_t \\ s_t &= s_{t-m} + \gamma a_t.\end{aligned}\tag{2.13}$$

Persamaan ramalan model ETS (A,A,A) adalah :

$$\hat{Y}_{t+h|t} = \ell_t + hb_t + s_{t-m+h_m^+}.\tag{2.14}$$

2.5.2 Multiplicative Seasonality Model : ETS (M,AM)

Berikut adalah model *state space* untuk ETS (M,A,M):

$$\begin{aligned}\mu_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})s_{t-m} \\ \ell_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + \alpha a_t) \\ b_t &= b_{t-1} + \beta(\ell_{t-1} + b_{t-1})a_t \\ s_t &= s_{t-m}(1 + \gamma a_t).\end{aligned}\tag{2.15}$$

Persamaan ramalan model ETS (M,A,M) adalah :

$$\hat{Y}_{t+h|t} = (\ell_t + hb_t)s_{t-m+h_m^+}.\tag{2.16}$$

2.6 Klasifikasi Model *State Space*

Dalam setiap model *exponential smoothing* dapat dibuat kedalam bentuk *state space* dengan dua kemungkinan bentuk *error*, yaitu model dengan *additive error* dan model dengan *multiplicative error*. Perbedaan *additive error* dan *multiplicative error* adalah pada peramalan intervalnya, estimasi titik akan menghasilkan angka yang sama tetapi berbeda untuk estimasi intervalnya. Persamaan umum dari model *linear state space* adalah sebagai berikut.

$$Y_t = w'x_{t-1} + a_t \quad (2.17)$$

$$x_t = Fx_{t-1} + ga_t. \quad (2.18)$$

dengan Y_t adalah observasi pada waktu t dan x_t adalah *state vector* dengan a_t adalah residual yang *white noise* dan w, F, g adalah koefisien. Sedangkan persamaan *state space* yang *nonlinier* adalah sebagai berikut

$$Y_t = wx_{t-1} + r(x_{t-1})a_t \quad (2.19)$$

$$x_t = f(x_{t-1}) + g(x_{t-1}). \quad (2.20)$$

2.7 Estimasi Parameter Model *State Space*

Setelah model *exponential smoothing* diidentifikasi kedalam model *state space*, maka pendugaan parameter model *state space* menggunakan pendekatan *maximum likelihood*. Fungsi *likelihood* didasarkan pada series vector y , vector θ adalah vektor parameter berisi parameter *smoothing* dan parameter *damping*. σ^2 adalah varians dan x_0 adalah *initial vector*. Fungsi kepadatannya adalah (Hyndman *et al.*, 2008:68).

$$p(y | \theta, x_0, \sigma^2) = \prod_{t=1}^n p(\varepsilon_t | r(x_{t-1})) \quad (2.21)$$

fungsi *likelihood* dapat dituliskan :

$$L(\theta, x_0, \sigma^2 | y) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} \left| \prod_{t=1}^n r(x_{t-1}) \right|^{-1} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 / \sigma^2\right) \quad (2.22)$$

dan fungsi *log likelihood* adalah

$$\log L = -\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \sum_{t=1}^n \log |r(x_{t-1})| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 / \sigma^2 \quad (2.23)$$

dengan menurunkan fungsi *log likelihood* terhadap σ^2 dan menyamakan dengan nol maka didapat estimasi varians σ^2 sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}^2 = n^{-1} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 \quad (2.24)$$

persamaan varians digunakan untuk mengeliminasi σ^2 sehingga didapatkan persamaan *likelihood* sebagai

$$L(\theta, x_0 | y) = (2\pi e \hat{\sigma}^2)^{-n/2} \left| \prod_{t=1}^n r(x_{t-1}) \right|^{-1} \quad (2.25)$$

dan persamaan *negatif log likelihood* adalah

$$\begin{aligned} -2 \log L(\theta, x_0 | y) &= n \log(2\pi e \hat{\sigma}^2) + 2 \sum_{t=1}^n \log |r(x_{t-1})| \\ &= c_n + n \log \left(\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 \right) + 2 \sum_{t=1}^n \log |r(x_{t-1})| \end{aligned} \quad (2.26)$$

dengan c_n adalah konstanta yang tergantung pada nilai n , maka *maximum likelihood estimation* parameter didapat dengan meminimumkan persamaan (2.33)

$$\hat{L}^*(\theta, x_0) = n \log \left(\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2 \right) + 2 \sum_{t=1}^n \log |r(x_{t-1})| \quad (2.27)$$

2.8 Model Hibrida *Exponential Smoothing* Pendekatan *State Space* dengan Model Variasi Kalender

Pemodelan hibrida *exponential smoothing* pendekatan *State space* dengan model variasi kalender dapat dituliskan dalam 2 persamaan model. Model yang pertama merupakan pemodelan regresi time series 2 level, sedangkan model yang kedua merupakan model *exponential smoothing* pendekatan *state space*. Persamaan model hibrida adalah :

Model 1

Level 1. Model regresi awal

$$Y_t^1 = \delta t + \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_S M_{S,t} + \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (2.28)$$

Level 2. Model regresi dengan efek variasi kalender

$$\hat{\alpha}_g^* = a + bg \quad (2.29)$$

$$\hat{\gamma}_g^* = c + dg \quad (2.30)$$

Model 2

$$\begin{aligned} \ell_t &= \alpha y_t + (1 - \alpha) \ell_{t-1} \\ \hat{y}_t^* &= \ell_t \end{aligned} \quad (2.31)$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (2.32)$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{y}_t^* \quad (2.33)$$

Nilai ramalan 1 digunakan apabila efek variasi kalender yang akan diramalkan belum terdapat pada model 1. Sedangkan nilai ramalan 2 digunakan apabila efek variasi kalender yang akan diramalkan sudah ada didalam model 1.

2.9 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan jika terdapat lebih dari satu model yang layak dipakai. Pada pendekatan *out-sample*, model terbaik akan dipilih berdasarkan nilai kesalahan peramalan yang paling kecil. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE dirumuskan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{l=1}^L (Y_{n+l} - \hat{Y}_n(l))^2}, \quad (2.34)$$

dengan

Y_{n+l} : nilai data aktual pada *out-sample* ke- l atau data pada waktu ke- $(n+l)$, $l = 1, 2, \dots, L$

$\hat{Y}_n(l)$: data hasil ramalan *out-sample* ke- l .

2.10 Uang Kartal

Uang dapat didefinisikan sebagai suatu alat pembayaran yang memegang peranan penting dalam transaksi perekonomian di Indonesia. Dari segi bentuknya, uang dibedakan menjadi uang kartal dan uang giral. Uang kartal adalah uang rupiah kertas dan uang rupiah logam yang dikeluarkan dan diedarkan oleh Bank Indonesia. Sedangkan uang giral adalah uang yang dikeluarkan oleh bank umum, misalnya cek, rekening giro, dan kartu kredit.

2.11 Bank Indonesia Wilayah Jawa Timur

Visi Kantor Perwakilan Bank Indonesia Provinsi Jawa Timur adalah menjadi Kantor Perwakilan yang kredibel dalam pelaksanaan tugas Bank Indonesia dan kontributif bagi pembangunan ekonomi daerah maupun nasional. Sedangkan misi KPw BI Jawa Timur adalah menjalankan kebijakan Bank Indonesia dalam menjaga stabilitas nilai rupiah, stabilitas sistem keuangan, efektifitas pengelolaan uang rupiah dan kehandalan sistem pembayaran untuk mendukung pembangunan ekonomi daerah maupun nasional jangka panjang yang inklusif dan berkesinambungan. Terdapat empat KPw BI di Jawa Timur yaitu KPw BI Surabaya, KPw BI Malang, KPw BI Kediri dan KPw BI Jember. Berikut adalah peta lokasi KPw BI di Jawa Timur.



Gambar 2.4 Peta Lokasi KPw BI Jawa Timur

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dibahas mengenai metodologi penelitian yang meliputi sumber data, variabel penelitian, dan langkah penelitian.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder yang terdiri dari data *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, KPw BI Malang, KPw BI Jember, dan KPw BI Kediri yang diperoleh dari Bank Indonesia. Periode data yang digunakan adalah data bulanan dari Januari 2003 hingga Desember 2014. Periode Januari 2003-Desember 2013 dijadikan sebagai data *in-sample* sedangkan Januari 2014-Desember 2014 dijadikan sebagai data *out-sample*. Pada penelitian ini juga akan dilakukan pemodelan data simulasi sesuai dengan persamaan berikut:

$$Y_{t,a} = T_t + S_{t,a} + CV_t + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

$$Y_{t,m} = (T_t \times S_{t,m}) + CV_t + \varepsilon_t. \quad (3.2)$$

Data simulasi yang dikaji pada penelitian ini akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1. Membangkitkan $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ dengan $n=120$. Pada penelitian ini terdapat 3 macam σ_ε yang digunakan yaitu 1, 3, dan 5.
2. Membangkitkan T_t mengikuti persamaan berikut.

$$T_t = 10 + 2t \quad (3.3)$$

3. Membangkitkan $S_{t,a}$ mengikuti persamaan berikut.

$$S_{t,a} = 20 + 10 \sin \frac{2\pi t}{12} \quad (3.4)$$

4. Membangkitkan $S_{t,m}$ dengan cara membangkitkan data yang berjumlah 12 untuk setiap tahunnya.
5. Menentukan efek variasi kalender CV_t mengikuti persamaan berikut.

$$\blacksquare \text{ efek hari raya Idul Fitri} : \alpha_g = 5 + 10g \quad (3.5)$$

$$\blacksquare \text{ efek sebelum Idul Fitri} : \gamma_g = 100 - 5g \quad (3.6)$$

Dua bentuk efek variasi kalender dapat ditulis dalam:

$$D_{g,t} = \begin{cases} 1, & T = t \\ 0, & T \neq t \end{cases} \quad \text{dan} \quad D_{g,t+1} = \begin{cases} 1, & T = t \\ 0, & T \neq t \end{cases}$$

dengan $g = 0, 2, 7, 9, 11, 18, 20, 22, 27$, dan 29 menunjukkan banyaknya hari sebelum hari raya Idul Fitri yang jatuh pada tanggal $(g+1)$ dan T menyatakan bulan terjadinya hari raya Idul Fitri.

6. Mendapatkan data simulasi pola *additive* dengan menambahkan ε_t , T_t , $S_{t,a}$ dan CV_t sehingga diperoleh persamaan (3.1).
7. Mendapatkan data simulasi pola *multiplicative* dengan menambahkan ε_t , $(T_t \times S_{t,m})$ dan CV_t sehingga diperoleh persamaan (3.2).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan adalah *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI Jawa Timur yang disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal

Variabel	Keterangan
$Y_{1,1,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal di KPw BI Surabaya
$Y_{1,2,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal di KPw BI Malang
$Y_{1,3,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal di KPw BI Kediri
$Y_{1,4,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal di KPw BI Jember
$Y_{2,1,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal di KPw BI Surabaya
$Y_{2,2,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal di KPw BI Malang
$Y_{2,3,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal di KPw BI Kediri
$Y_{2,4,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal di KPw BI Kediri

Selain itu juga disertakan variabel *dummy* musiman dan *dummy* kebijakan BI dalam hal penarikan dan penyetoran uang kartal. Variabel *dummy* tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Variabel Penelitian Kajian Terapan

No	Variabel	Keterangan
1	<i>Dummy Bulan</i>	$M_{1,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Januari $M_{2,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Febuari $M_{3,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Maret $M_{4,t}$ hari raya Idul Fitri bulan April $M_{5,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Mei $M_{6,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Juni $M_{7,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Juli $M_{8,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Agustus $M_{9,t}$ hari raya Idul Fitri bulan September $M_{10,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Oktober $M_{11,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Nopember $M_{12,t}$ hari raya Idul Fitri bulan Desember
2	<i>Dummy Trend</i>	t (<i>trend</i> waktu) dimana $t = 1, 2, \dots, 144$
3	<i>Dummy Kebijakan BI</i>	$L_{1,t}$ Kenaikan periode tahun 2007-2010 $L_{2,t}$ Kenaikan periode tahun 2011-2014
4	<i>Dummy Trend dan Kenaikan</i>	$tL_{1,t}$ <i>Trend</i> dan kenaikan periode tahun 2007-2010 $tL_{2,t}$ <i>Trend</i> dan kenaikan periode tahun 2011-2014

Penentuan variabel *dummy* efek variasi kalender berdasarkan hari raya Idul Fitri dengan efek banyaknya hari sebelum terjadinya hari raya Idul Fitri dengan periode satu bulan sesudah ($T+1$), satu bulan sebelum ($T-1$) dan bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri (T). Pada penelitian ini, pemodelan efek variasi kalender dilakukan dengan dua level. Level satu merupakan persamaan regresi *time series* hasil pemodelan awal. Untuk membentuk persamaan level 2,

menggunakan koefisien parameter hasil dari level 1. Persamaan level 2 ini akan digunakan untuk memprediksi/meramalkan efek variasi kalender disetiap kemungkinan banyaknya hari yang berbeda dengan sebelumnya.

i. **Level 1.** Model regresi awal

$$Y_t^1 = \delta t + \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_S M_{S,t} + \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (3.7)$$

ii. **Level 2.** Model regresi dengan efek variasi kalender

$$\hat{\alpha}_g^* = a + bg \quad (3.8)$$

$$\hat{\gamma}_g^* = c + dg \quad (3.9)$$

dengan $\hat{\alpha}_g^*$ dan $\hat{\gamma}_g^*$ merupakan koefisien parameter dari hasil estimasi di level 1, serta a , b , c , dan d merupakan konstanta. Pemodelan pada level 2 ini dilakukan jika jumlah hari sebelum terjadinya hari raya Idul Fitri belum terdapat pada pemodelan level 1. Untuk hasil peramalan dapat dihitung melalui penjumlahan nilai ramalan pada model regresi level 1 dan level 2. Persamaan nilai ramalan model variasi kalender adalah :

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (3.10)$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{y}_t^* \quad (3.11)$$

Identifikasi variabel *dummy* efek variasi kalender dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Identifikasi Variabel *Dummy* Efek Variasi Kalender

Data	Tahun	Tanggal	Variabel <i>Dummy</i>
<i>in-sample</i>	2003	25-26 Nopember	$D_{24,t}$ = Nopember ; $D_{24,t+1}$ = Desember
	2004	14-15 Nopember	$D_{13,t}$ = Oktober ; $D_{13,t+1}$ = Nopember
	2005	3-4 Nopember	$D_{2,t}$ = Nopember ; $D_{2,t+1}$ = Desember
	2006	23-24 Oktober	$D_{22,t}$ = Oktober ; $D_{22,t+1}$ = Nopember
	2007	12-13 Oktober	$D_{11,t}$ = Oktober ; $D_{11,t+1}$ = Nopember
	2008	1-2 Oktober	$D_{0,t}$ = Oktober ; $D_{0,t+1}$ = Nopember
	2009	21-22 September	$D_{20,t}$ = September ; $D_{20,t+1}$ = Oktober
	2010	10-11 September	$D_{9,t}$ = September ; $D_{9,t+1}$ = Oktober
	2011	30-31 Agustus	$D_{29,t}$ = Agustus ; $D_{29,t+1}$ = September

Tabel 3.3 (lanjutan) Identifikasi Variabel *Dummy* Efek Variasi Kalender

Data	Tahun	Tanggal	Variabel <i>Dummy</i>
	2012	19-20 Agustus	$D_{18,t} = \text{Agustus}$; $D_{18,t+1} = \text{September}$
	2013	8-9 Agustus	$D_{7,t} = \text{Agustus}$; $D_{7,t+1} = \text{September}$
<i>out-sample</i>	2014	28-29 Juli	$D_{27,t} = \text{Juli}$; $D_{27,t+1} = \text{Agustus}$

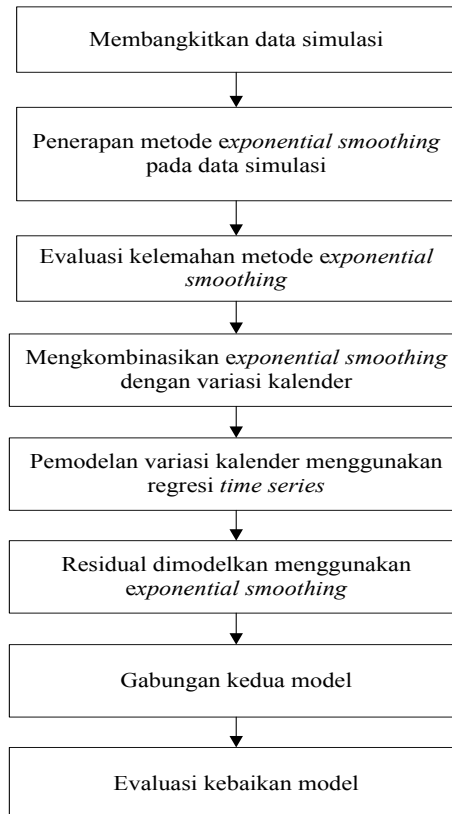
3.3 Langkah Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1) Kajian Simulasi

- Membagi data simulasi menjadi dua bagian yaitu data *in-sample* dan *out-sample*. Kemudian menerapkan pemodelan *exponential smoothing* pada data *in-sample*.
- Evaluasi kelemahan model *exponential smoothing*.
- Mengkombinasikan model *exponential smoothing* dan model variasi kalender dengan tahapan:
 - Pemodelan variasi kalender data simulasi menggunakan regresi *time series*. Pemodelan regresi *time series* yang digunakan adalah dua level.
 - Pemodelan level 1 dituliskan pada persamaan (3.7). Sedangkan pemodelan level 2 dituliskan pada persamaan (3.8) dan (3.9). Nilai ramalan model variasi kalender dituliskan pada persamaan (3.10). Persamaan (3.10) disebut sebagai model 1.
 - Residual yang diperoleh dari model 1 akan dimodelkan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Pemodelan *exponential smoothing* ini disebut sebagai model 2.
 - Menggabungkan prediksi dari kedua model dengan menjumlahkan nilai ramalan model 1 dan model 2.
 - Melakukan evaluasi kebaikan model hibrida antara model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* dengan model variasi kalender.

Gambaran langkah analisis pada kajian simulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Kajian Simulasi

2) Kajian terapan (Studi Kasus)

- Memodelkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, KPw BI Malang, KPw BI Jember, dan KPw BI Kediri menggunakan pemodelan hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender.
- Memodelkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, KPw BI Malang, KPw BI Jember, dan KPw BI Kediri menggunakan model regresi *time series*.

- c. Membandingkan tingkat akurasi dari kedua model tersebut untuk menentukan model terbaik.
- d. Meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Jawa Timur dengan menggunakan model terbaik.

Langkah-langkah dalam pembuatan model variasi kalender berbasis regresi *time series* adalah sebagai berikut:

- a. Membagi data *inflow* dan *outflow* uang kartal menjadi dua bagian yaitu data *in-sample* dan *out-sample*.
- b. Melakukan pemodelan regresi *time series* dengan variabel *dummy*.
- c. Melakukan estimasi model.
- d. Melakukan *diagnostic check* pada residual u_t . Jika u_t belum memenuhi asumsi *white noise* maka *lag* yang signifikan berdasarkan plot ACF dan PACF ditambahkan sebagai variabel independen.
- e. Melakukan estimasi ulang model.
- f. Melakukan peramalan berdasarkan data *in sample*.
- g. Melakukan evaluasi kebaikan model.

Langkah-langkah dalam pemodelan hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan pemodelan variasi kalender dengan menggunakan dua level.
- b. Residual yang diperoleh dari pemodelan variasi kalender akan digunakan untuk pemodelan *exponential smoothing*.
- c. Menggabungkan kedua model untuk mendapatkan model peramalan.
- d. Melakukan evaluasi kebaikan model hibrida.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan ditunjukkan hasil analisis dan pembahasan mengenai *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI yang terletak di wilayah Jawa Timur. Analisis diawali dengan melakukan pemodelan *exponential smoothing* dan pemodelan hibrida pada data simulasi, kemudian dilanjutkan dengan membuat model peramalan pada data *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan model hibrida dan metode regresi *time series*. Selanjutnya dipilih satu metode peramalan terbaik untuk data *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI di Jawa Timur.

4.1 Kajian Simulasi

Kajian simulasi dilakukan untuk mempelajari pola data yang mengandung pola *trend*, pola musiman dan efek variasi kalender, sehingga dapat diperoleh nilai penaksiran terbaik dalam memprediksi model dan ramalan.

4.1.1 Simulasi Data dengan Pola *Trend* dan Musiman

Data yang dibangkitkan meliputi komponen musiman *additive* dan musiman *multiplicative* mengikuti persamaan (3.1) dan (3.2). Masing-masing data simulasi *trend* dan musiman baik *additive* maupun *multiplicative* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

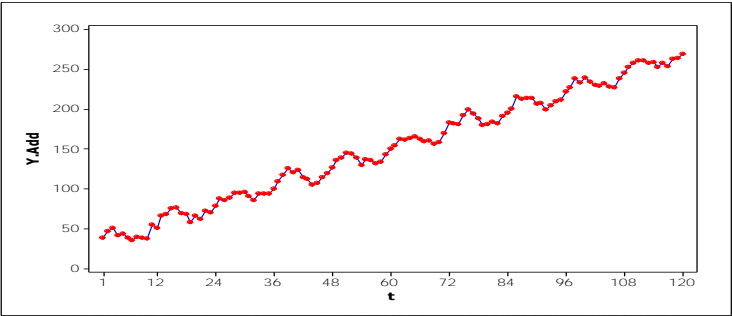
Tabel 4.1 Data Simulasi *Trend* dan Musiman *Additive*

t	ε_t	T_t	$S_{t,a}$	$Y_{t,a}$
1	1,17	12	25	38,17
2	3,59	14	28,66	46,25
3	4,31	16	30	50,31
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
118	5,05	246	11,33	262,39
119	0,51	248	15	263,51
120	-1,08	250	20	268,91

Tabel 4.2 Data Simulasi *Trend* dan Musiman *Multiplicative*

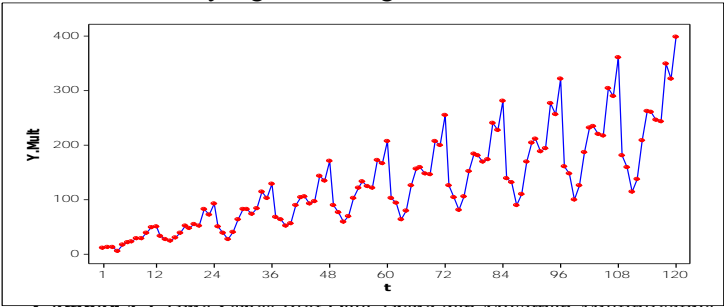
t	ε_t	T_t	$S_{t,m}$	$Y_{t,m}$
1	1,17	12	0,8	10,77
2	3,59	14	0,7	13,39
3	4,31	16	0,5	12,31
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
118	5,05	246	1,4	349,45
119	0,51	248	1,3	322,92
120	-1,08	250	1,6	398,92

Jika divisualisasikan dalam bentuk grafik maka gabungan komponen *trend* dan musiman *additive* dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Time Series Plot Data *Trend* dan Musiman *Additive*

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa kombinasi pola *trend* dan musiman *additive* mempunyai pola dengan fluktuasi musiman yang cenderung konstan.



Gambar 4.2 Time Series Plot Data *Trend* dan Musiman *Multiplicative*

Berbeda dengan grafik sebelumnya yaitu komponen kombinasi *trend* dan musiman *additive*, kombinasi pola *trend* dan musiman *multiplicative* ini mempunyai pola dengan fluktuasi musiman yang tidak konstan (cenderung membesar). Analisis selanjutnya akan dilakukan pemodelan *exponential smoothing* pendekatan *state space* pada data simulasi pola *trend* dan musiman.

4.1.2 Pemodelan *Exponential Smoothing* pada Data Simulasi Pola *Trend* dan Musiman

Setiap model *exponential smoothing* dapat dibuat kedalam bentuk persamaan *state space* dengan dua kemungkinan bentuk *error*, yaitu model dengan *additive error* dan model dengan *multiplicative error*. Pada analisis ini data simulasi pola *trend* dan musiman akan dimodelkan menggunakan *exponential smoothing* pendekatan *state space*. Adapun masing-masing pemodelan *additive error* dan *multiplicative error* adalah:

4.1.2.1 *Additive Error Model* : ETS (A,A,A)

Data dengan pola *trend* dan musiman yang *additive* menghasilkan model ETS (A,A,A) yang merepresentasikan 3 komponen yaitu komponen *additive error*, *additive trend*, dan *additive seasonal*. Pemodelan ETS (A,A,A) lebih sering dikenal dengan nama *Holt Winters' additive method*. Berdasarkan Lampiran 3, nilai parameter *smoothing* yang dihasilkan masing-masing komponen level, *trend* dan musiman tersebut adalah $\alpha = 0,0001$, $\beta = 0,0001$, $\gamma = 0,0001$. Jika dituliskan persamaannya dalam model *state space* adalah:

$$\begin{aligned} y_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m} + a_t \\ \ell_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + 0,0001a_t \\ b_t &= b_{t-1} + 0,0001a_t \\ s_t &= s_{t-m} + 0,0001a_t. \end{aligned} \tag{4.1}$$

Nilai RMSE *in-sample* untuk model *state space* ETS (A,A,A) adalah 3,42. Sedangkan nilai RMSE *out-sample* untuk model *state space* ETS (A,A,A) adalah 3,18. Berdasarkan nilai RMSE tersebut, dapat diperoleh informasi bahwa metode *Holt Winters* dengan *additive error model*: ETS (A,A,A) merupakan model yang sesuai untuk kasus pola data *trend* dan musiman *additive*. Hal ini dikarenakan nilai RMSE yang dihasilkan sudah baik yaitu mendekati nilai standar deviasi *error* yang ditetapkan pada data kajian simulasi.

4.1.2.2 *Multiplicative Error Model* : ETS (M,A,M)

Data dengan pola *trend* dan musiman yang *multiplicative* menghasilkan model ETS (M,A,M) yang merepresentasikan 3 komponen yaitu komponen *multiplicative error*, *additive trend*, dan *multiplicative seasonal*. Pemodelan ETS (M,A,M) lebih sering dikenal dengan nama *Holt Winters' multiplicative method*. Berdasarkan Lampiran 4, nilai parameter *smoothing* yang dihasilkan masing-masing komponen tersebut adalah $\alpha = 0,5565$, $\beta = 0,0238$, $\gamma = 0,0001$. Jika dituliskan persamaannya dalam bentuk model *state space* adalah :

$$\begin{aligned} y_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})s_{t-m} + a_t \\ \ell_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + 0,5565a_t) \\ b_t &= b_{t-1} + 0,0238(\ell_{t-1} + b_{t-1})a_t \\ s_t &= s_{t-m}(1 + 0,0001a_t). \end{aligned} \quad (4.2)$$

Model *state space* ETS (M,A,M) menghasilkan nilai RMSE *in-sample* sebesar 4,88. Sedangkan nilai RMSE *out-sample* adalah 3,86. Berdasarkan nilai RMSE tersebut, dapat diperoleh informasi bahwa metode ETS (M,A,M) merupakan model yang sesuai untuk kasus pola data *trend* dan musiman *multiplicative*. Hal ini dikarenakan nilai RMSE yang dihasilkan

sudah baik yaitu mendekati nilai standar deviasi *error* yang ditetapkan pada data kajian simulasi.

Hasil analisis pemodelan data simulasi pola *trend* dan musiman menunjukkan bahwa penggunaan metode *Holt Winters'* merupakan metode yang tepat digunakan untuk menangani kasus data yang mengandung pola *trend* dan musiman. Selanjutnya akan dilakukan analisis dengan menggunakan pemodelan *exponential smoothing* jika pada data tersebut tidak hanya mengandung pola *trend* dan musiman, tetapi juga mengandung pola variasi kalender.

4.1.3 Simulasi Data dengan Pola *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender

Skenario data simulasi untuk pola variasi kalender mengikuti persamaan (3.5) dan persamaan (3.6). Data simulasi variasi kalender juga didasarkan pada waktu terjadinya hari raya Idul Fitri pada tahun 2005-2014.

Tabel 4.3 Informasi Terjadinya Hari Raya Idul Fitri

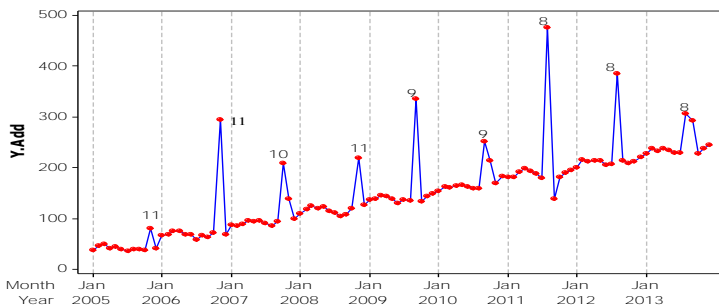
Tahun	Bulan	Tanggal	$D_{j,t}$	$D_{j,t-l}$
2005	Nopember	3-4 Nopember	$D_{2,t}$	$D_{2,t-l}$
2006	Nopember	23-24 Nopember	$D_{22,t}$	$D_{22,t-l}$
2007	Oktober	12-13 Oktober	$D_{11,t}$	$D_{11,t-l}$
2008	Oktober	1-2 Oktober	$D_{0,t}$	$D_{0,t-l}$
2009	September	21-22 September	$D_{20,t}$	$D_{20,t-l}$
2010	September	10-11 September	$D_{9,t}$	$D_{9,t-l}$
2011	Agustus	30-31 Agustus	$D_{29,t}$	$D_{29,t-l}$
2012	Agustus	19-20 Agustus	$D_{18,t}$	$D_{18,t-l}$
2013	Agustus	8-9 Agustus	$D_{7,t}$	$D_{7,t-l}$
2014	Juli	28-29 Juli	$D_{27,t}$	$D_{27,t-l}$

Tabel 4.3 menunjukkan informasi terjadinya hari raya Idul Fitri pada tahun 2003-2014. Berdasarkan informasi pada Tabel 4.3, maka perhitungan untuk data simulasi yang mengandung pola *trend*, musiman dan variasi kalender dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Simulasi *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender (*Additive*)

t	ε_t	T_t	$S_{t,a}$	CV_t	$Y_{cv,add}$
1	1,17	12	25	105	143,17
2	3,59	14	28,66	105	151,26
3	4,31	16	30	105	155,31
4	-4,92	20	28,66	105	146,73
5	-1,32	22	25	105	148,67
6	-3,39	24	20	105	143,61
7	-3,95	26	15	105	140,04
8	2,47	28	11,33	105	144,81
9	0,74	30	10	105	143,74
10	-3,68	32	11,33	105	142,65
11	7,80	34	15	125	179,80
12	-3,62	36	20	-5	45,37
1	4,77	38	25	105	170,77
2	1,01	40	28,66	105	172,67
3	4,75	42	30	105	179,75
4	5,11	44	28,66	105	180,77
5	-0,32	46	25	105	173,67
6	1,77	48	20	105	172,78
7	-5,27	50	15	105	162,73
8	4,61	52	11,33	105	170,95
9	0,32	54	10	105	167,32
10	6,97	56	11,33	105	177,31
11	-1,00	58	15	325	394,99
12	-0,20	60	20	-5	72,79
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
99	-4,73	208	30	105	343,73
100	0,07	210	28,66	105	339,05
101	-2,94	212	25	105	335,12
102	-3,87	214	20	105	333,88
103	-2,11	216	15	105	407,37
104	3,03	218	11,33	175	298,13
105	-1,86	220	10	70	332,03
106	-6,30	222	11,33	105	343,27
107	-0,72	224	15	105	350,41
108	-0,58	226	20	105	357,04

Secara visual, gabungan komponen pola *trend*, musiman *additive* dan variasi kalender dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Time Series Plot Musiman Data Trend, Musiman dan Variasi Kalender (*Additive*)

Sedangkan untuk perhitungan data simulasi komponen *trend*, musiman *multiplicative* dan variasi kalender disajikan pada Tabel 4.5 berikut.

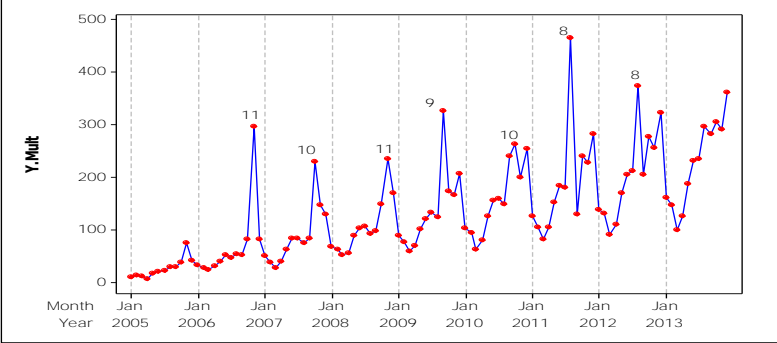
Tabel 4.5 Data Simulasi *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender (*Multiplicative*)

t	ε_t	T_t	$S_{t,m}$	CV_t	$Y_{cv,mult}$
1	1,17	12	0,8	105	115,77
2	3,59	14	0,7	105	118,40
3	4,31	16	0,5	105	117,31
4	-4,92	20	0,6	105	110,87
5	-1,32	22	0,9	105	121,67
6	-3,39	24	1,1	105	125,81
7	-3,95	26	1,1	105	127,44
8	2,47	28	1	105	133,47
9	0,74	30	1	105	133,74
10	-3,68	32	1,4	105	143,32
11	7,80	34	1,3	125	174,40
12	-3,62	36	1,6	-5	45,77
1	4,77	38	0,8	105	138,57
2	1,01	40	0,7	105	132,61
3	4,75	42	0,5	105	129,75
4	5,11	44	0,6	105	135,31
5	-0,32	46	0,9	105	144,27
6	1,77	48	1,1	105	157,38
7	-5,27	50	1,1	105	152,52
8	4,61	52	1	105	159,61
9	0,32	54	1	105	157,32
10	6,97	56	1,4	105	187,57

Tabel 4.5 (lanjutan) Data Simulasi *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender (*Multiplicative*)

t	ε_t	T_t	$S_{t,m}$	CV_t	$Y_{t,m}$
11	-1,00	58	1,3	325	396,79
12	-0,20	60	1,6	-5	87,59
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
99	-4,73	208	0,5	105	104,26
100	0,07	210	0,6	105	231,07
101	-2,94	212	0,9	105	292,85
102	-3,87	214	1,1	105	336,52
103	-2,11	216	1,1	105	340,48
104	3,03	218	1	175	396,03
105	-1,86	220	1	70	288,13
106	-6,30	222	1,4	105	409,49
107	-0,72	224	1,3	105	395,47
108	-0,58	226	1,6	105	466,01

Secara visual, gabungan komponen pola *trend*, musiman *multiplicative* dan variasi kalender dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Time Series Plot Musiman Data *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender (*Multiplicative*)

4.1.4 Pemodelan *Exponential Smoothing* pada Data Simulasi Pola *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender

Pada analisis ini juga akan dilakukan pemodelan *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* pada data simulasi yang mengandung pola *trend*, musiman dan variasi

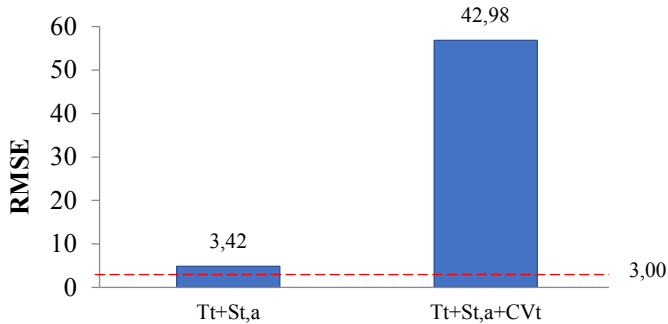
kalender. Bentuk persamaan *state space* yang diperoleh juga terdapat dua kemungkinan bentuk *error*, yaitu model dengan *additive error* dan model dengan *multiplicative error*. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

4.1.4.1 Additive Error Model ETS (A,A,A)

Ketika data simulasi dengan pola *trend*, musiman dan variasi kalender yang *additive* dimodelkan menggunakan metode *exponential smoothing* akan menghasilkan model ETS (A,A,A) yang merepresentasikan 3 komponen yaitu *additive error*, *additive trend*, dan *additive seasonal*. Berdasarkan Lampiran 5, nilai parameter *smoothing* yang dihasilkan masing-masing komponen tersebut adalah $\alpha = 0,003$, $\beta = 0,0028$, $\gamma = 0,0001$. Jika dituliskan persamaannya dalam model *state space* adalah :

$$\begin{aligned} y_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + s_{t-m} + a_t \\ \ell_t &= \ell_{t-1} + b_{t-1} + 0,003a_t \\ b_t &= b_{t-1} + 0,0028a_t \\ s_t &= s_{t-m} + 0,0001a_t. \end{aligned} \tag{4.3}$$

Namun model *state space* ETS (A,A,A) menghasilkan nilai RMSE *in-sample* sebesar 42,98. Nilai RMSE yang dihasilkan terlalu tinggi sehingga penggunaan metode *exponential smoothing* akan menghasilkan pemodelan yang tidak optimal dikarenakan pola variasi kalender tidak mampu ditangkap baik oleh pemodelan *exponential smoothing*. Untuk melihat perbedaan nilai RMSE yang dihasilkan oleh pemodelan *exponential smoothing* ketika data mengandung pola *trend* dan musiman saja dan ketika data mengandung pola *trend*, musiman serta variasi kalender dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 4.5 Perbandingan RMSE Sebelum dan Sesudah ditambahkan CV_t (*Additive*)

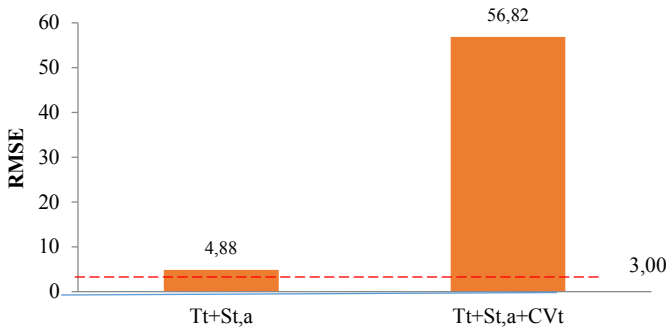
Gambar 4.5 menunjukkan perbandingan nilai RMSE yang dihasilkan oleh pemodelan *exponential smoothing* ketika menangani data dengan pola *trend*, musiman dan variasi kalender. Ketika data simulasi *trend* dan musiman ditambahkan data simulasi variasi kalender, maka nilai RMSE yang dihasilkan sangat tinggi sebesar 42,98 dan belum mendekati nilai standar deviasi *error* yang telah ditetapkan. Garis merah pada Gambar 4.5 menunjukkan nilai 3 yang merupakan standar deviasi *error* pada data kajian simulasi.

4.1.4.2 *Multiplicative Error Model ETS (M,A,M)*

Data dengan pola *trend*, *multiplicative seasonal* dan variasi kalender menghasilkan model ETS (M,A,M) yang merepresentasikan 3 komponen yaitu komponen *multiplicative error*, *additive trend*, dan *multiplicative seasonal*. Pola data juga dikenali sebagai model *Holt Winters' multiplicative method*. Berdasarkan Lampiran 5, nilai parameter *smoothing* yang dihasilkan masing-masing komponen tersebut adalah $\alpha = 0,012$, $\beta = 0,0039$, $\gamma = 0,0016$. Jika dituliskan persamaannya dalam model *state space* adalah :

$$\begin{aligned}
y_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})s_{t-m} + a_t \\
\ell_t &= (\ell_{t-1} + b_{t-1})(1 + 0,012a_t) \\
b_t &= b_{t-1} + 0,0039(\ell_{t-1} + b_{t-1})a_t \\
s_t &= s_{t-m}(1 + 0,0016a_t) .
\end{aligned} \tag{4.4}$$

Namun model *state space* ETS (M,A,M) menghasilkan nilai RMSE sebesar 56,82. Nilai RMSE ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil sebelumnya. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan model *Winter's* pada pola data yang mengandung *trend*, musiman dan variasi kalender menghasilkan model yang tidak optimal dikarenakan nilai RMSE yang dihasilkan terlalu tinggi. Seperti halnya pada data simulai *additive*, untuk melihat perbedaan nilai RMSE yang dihasilkan oleh pemodelan *exponential smoothing* ketika data mengandung pola *trend* dan musiman saja dan ketika data mengandung pola *trend*, musiman serta variasi kalender dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 4.6 Perbandingan RMSE Sebelum dan Sesudah ditambahkan CV_t (*Multiplicative*)

Ketika data simulasi *trend* dan musiman ditambahkan data simulasi variasi kalender, maka nilai RMSE yang dihasilkan sangat tinggi sebesar 56,82 dan belum mendekati nilai standar

deviasi *error* yang telah ditetapkan. Garis merah pada Gambar 4.6 menunjukkan nilai 3 yang merupakan standar deviasi *error* pada data kajian simulasi. Kondisi ini terjadi karena model *Winter's* didesain untuk menangani data dengan pola *trend* dan musiman. Pada kasus ini, model *Winter's* tidak mampu menangkap pola variasi kalender sehingga nilai RMSE yang dihasilkan sangat besar. Berdasarkan kondisi yang terlihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, maka akan diberikan suatu solusi untuk menangani permasalahan yang terdapat dalam data simulasi yang mengandung pola *trend*, musiman dan variasi kalender. Metode yang direkomendasikan untuk menangani kasus ini yaitu pemodelan hibrida *exponential smoothing* pendekatan *state space* dengan metode variasi kalender.

4.1.5 Pemodelan Hibrida pada Data Simulasi Pola *Trend*, Musiman dan Variasi Kalender

Hasil analisis sebelumnya menyatakan bahwa penanganan data yang mengandung pola *trend*, musiman dan variasi kalender dengan menggunakan model *exponential smoothing* akan menghasilkan nilai RMSE yang tinggi. Hal ini menunjukkan penggunaan model *exponential smoothing* gagal dalam menangani kasus ini. Oleh karena itu, untuk menangani adanya permasalahan tersebut, akan dilakukan suatu pemodelan hibrida atau gabungan model *exponential smoothing* dengan metode variasi kalender yang menggunakan pendekatan regresi *time series*.

Karena terdapat kendala mengenai efek variasi kalender, maka model hibrida akan dituliskan kedalam dua model persamaan, yaitu model 1 merupakan persamaan regresi dengan variabel *dummy* efek variasi kalender. Model 1 ini terdiri dari 2 level. Sedangkan model 2 merupakan persamaan *exponential smoothing* dari residual persamaan dari model 1 dan ramalan data merupakan penjumlahan nilai ramalan persamaan model 1 dan

model 2. Misalnya residual dari model 1 merupakan model ETS (A,N,N). Maka persamaan model hibrida dapat dituliskan seperti pada persamaan (3.7), persamaan (3.8) dan persamaan (3.9). Sedangkan untuk perhitungan nilai ramalan model hibrida mengikuti persamaan (3.10). Untuk analisis selanjutnya, akan dilakukan pemodelan menggunakan regresi *time series* untuk model 1 dan pemodelan *exponential smoothing* untuk model 2 pada data simulasi pola *trend*, musiman dan variasi kalender untuk masing-masing data *additive* dan *multiplicative*.

4.1.5.1 Pemodelan Hibrida pada Data Simulasi Pola *Additive*

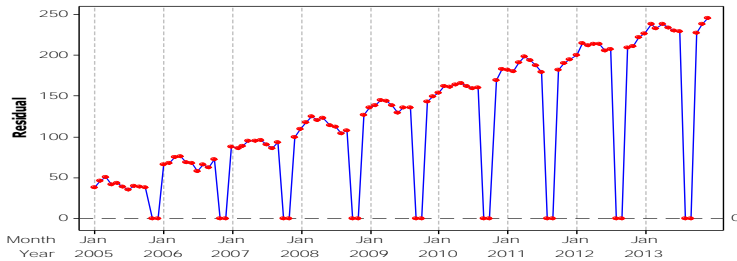
Model 1 akan menggunakan regresi *time series* pada data simulasi *trend*, musiman dan variasi kalender yang berpola *additive* untuk mengeliminasi efek variasi kalender. Variabel *dummy* yang diperlukan dalam analisis ini yaitu variabel *dummy trend*, *dummy* musiman, dan *dummy* berdasarkan hari raya Idul fitri dengan efek banyaknya hari sebelum tanggal terjadinya hari raya idul Fitri dengan periode satu bulan sesudah (T+1) dan bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri (T). Jumlah keseluruhan variabel *dummy* efek variasi kalender adalah 18 variabel *dummy*. Masing-masing kemungkinan pemodelan regresi *time series* adalah sebagai berikut.

a. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender

Kemungkinan pemodelan regresi *time series* yang pertama adalah mengeliminasi efek variasi kalender saja. Tahapan ini dilakukan dengan cara meregresikan data *additive* simulasi *trend*, musiman dan variasi kalender dengan 18 variabel *dummy* efek variasi kalender. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.5).

$$Y_t = \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (4.5)$$

Secara visual, hasil persamaan (4.5) adalah :



Gambar 4.7 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender (*Additive*)

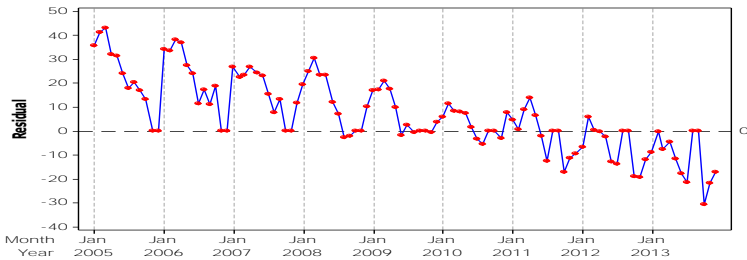
Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pemodelan *time series* regresi (TSR) jika hanya menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender ternyata menghasilkan model yang gagal (*failed*), dikarenakan residual yang dihasilkan masih menangkap pola variasi kalender yang semua nilainya mendekati nol. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 34,44 yang merujuk pada Lampiran 6. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*.

b. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend*

Selanjutnya akan dicoba kemungkinan yang lain yaitu dengan mengeliminasi efek variasi kalender dan pola *trend* pada data simulasi. Tahapan ini dilakukan dengan cara meregresikan data *additive* dengan 18 variabel *dummy* efek variasi kalender dan variabel *dummy trend*. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.6).

$$Y_t = \delta t + \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (4.6)$$

Secara visual, hasil persamaan (4.6) adalah :



Gambar 4.8 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + Trend (Additive)

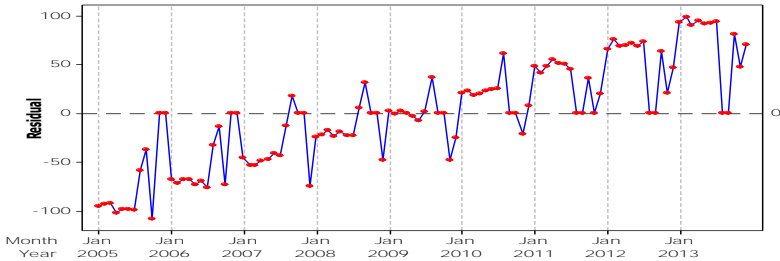
Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pemodelan TSR jika menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender dan variabel *dummy trend* ternyata juga menghasilkan model yang gagal (*failed*), dikarenakan residual cenderung berpola turun tidak beraturan dan menghasilkan residual yang masih menangkap pola variasi kalender yang semua nilainya mendekati nol. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 5,93. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*.

c. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender + *Seasonal*

Hasil kemungkinan yang ketiga yaitu dengan mengeliminasi efek variasi kalender dan pola *seasonal* pada data simulasi. Tahapan ini dilakukan dengan cara meregresikan data *additive* dengan 18 variabel *dummy* efek variasi kalender dan variabel *dummy seasonal*. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.7).

$$Y_t = \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_S M_{S,t} + \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (4.7)$$

Secara visual, hasil persamaan (4.7) adalah :



Gambar 4.9 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + Seasonal (Additive)

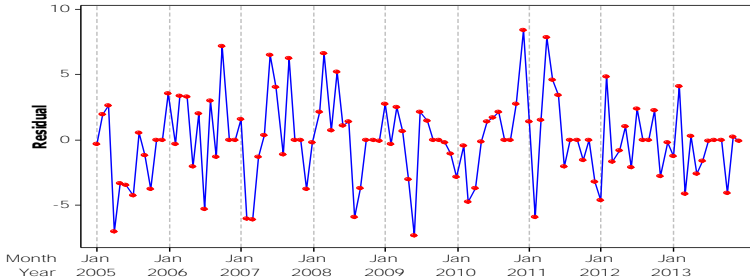
Gambar 4.9 menunjukkan bahwa pemodelan TSR jika menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender dan variabel *dummy seasonal* ternyata juga menghasilkan model yang gagal (*failed*), dikarenakan residual cenderung berpola naik tidak beraturan dan menghasilkan residual yang masih menangkap pola variasi kalender yang semua nilainya mendekati nol. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 22,42 yang merujuk pada Lampiran 7. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*.

d. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender + Trend + Seasonal

Pada hasil analisis sebelumnya dapat diketahui bahwa ketika pemodelan TSR hanya menggunakan variabel *dummy* variasi kalender, variabel *dummy* variasi kalender + *dummy trend*, variabel *dummy* variasi kalender + *dummy seasonal* menghasilkan model yang gagal (*failed*). Oleh karena itu, akan dilakukan pemodelan TSR dengan mengeliminasi efek variasi kalender, *trend* dan *seasonal* pada data simulasi. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.8).

$$Y_t = \delta t + \beta_1 M_{1,t} + \beta_2 M_{2,t} + \dots + \beta_s M_{s,t} + \sum_g \alpha_g D_{g,t} + \sum_g \gamma_g D_{g,t+1} + u_t \quad (4.8)$$

Secara visual, hasil persamaan (4.8) adalah :



Gambar 4.10 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + Trend + Seasonal (Additive)

Hasil pemodelan TSR dengan mengeliminasi efek variasi kalender, *trend* dan musiman menghasilkan pola residual yang berbeda dengan hasil pemodelan TSR sebelumnya. Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pemodelan TSR jika menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender, variabel *dummy trend* dan variabel *dummy seasonal* menghasilkan residual yang berpola *stationer*. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,N,N) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 3,15. Nilai RMSE ini mendekati nilai standar deviasi *error* pada data simulasi yaitu 3. Berikut adalah ringkasan nilai RMSE yang dihasilkan oleh model regresi *time series* untuk eliminasi efek variasi kalender, *trend* dan musiman *additive*.

Tabel 4.6 Nilai RMSE Model TSR Data Simulasi (*Additive*)

Model Time Series	RMSE
eliminasi efek CV_t	34,44
eliminasi efek $T_t + CV_t$	5,93
eliminasi efek $S_t + CV_t$	22,42
eliminasi efek $T_t + S_t + CV_t$	3,15

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa pemodelan TSR untuk data *additive* dengan cara mengeliminasi pola variasi kalender, *trend* dan musiman merupakan model TSR yang sesuai. Hal ini dikarenakan pemodelan TSR ditarik kesimpulan bahwa pemodelan TSR untuk data *additive* dengan cara mengeliminasi pola variasi kalender, *trend* dan musiman merupakan model TSR yang sesuai. Hal ini dikarenakan pemodelan TSR sudah menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*. Selain itu, nilai RMSE yang dihasilkan merupakan nilai RMSE paling kecil jika dibandingkan dengan model TSR lainnya. Nilai RMSE model ETS (A,N,N) mendekati nilai standar deviasi awal yaitu sebesar 3,15. Pemodelan TSR model 1 dapat dilihat pada Persamaan (4.9) berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_t = & 1,98t + 6,68D_{0,t} + 31,4D_{2,t} + 78,4D_{7,t} + 92,5D_{9,t} + 120D_{11,t} \\
 & + 179D_{18,t} + 202D_{20,t} + 223D_{22,t} + 294D_{29,t} + 99,3D_{0,t+1} \\
 & - 15,4D_{2,t+1} + 63,5D_{7,t+1} + 53,6D_{9,t+1} + 42,8D_{11,t+1} + 8,82D_{18,t+1} \\
 & - 2,41D_{20,t+1} - 11,7D_{22,t+1} - 43,4D_{29,t+1} + 36,5M_{1,t} + 40,3M_{2,t} \\
 & + 41,8M_{3,t} + 40,9M_{4,t} + 37,1M_{5,t} + 30,2M_{6,t} + 25,5M_{7,t} \\
 & + 23,5M_{8,t} + 22,2M_{9,t} + 21,7M_{10,t} + 26,7M_{11,t} + 32,1M_{12,t} + u_t
 \end{aligned}$$

Sehingga untuk model 2 akan digunakan hasil residual berpola *stationer* yang merupakan hasil dari model 1 (TSR). Pemodelan residual pada model 2 akan menggunakan metode *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Terdapat beberapa kemungkinan model *exponential smoothing* residual hasil dari model 1 diantaranya adalah model ETS (A,N,N), ETS (A,N,A) dan ETS (A,A,A). Namun pada analisis ini akan dilakukan replikasi sebanyak 10 kali terhadap pemodelan data simulasi *trend*, musiman dan variasi kalender untuk masing-masing *error* yang mempunyai standar deviasi 1, 3 dan 5.

Tabel 4.7 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =1) *Additive*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)
1	0,86	0,87	0,89
2	1,17	1,18	1,21
3	0,69	0,70	0,70
4	0,88	0,87	0,90
5	0,87	0,88	0,89
6	0,87	0,89	0,90
7	0,84	0,85	0,87
8	0,88	0,89	0,89
9	0,84	0,85	0,87
10	0,86	0,87	0,91

Tabel 4.7 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE pemodelan residual untuk model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 1. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 9 kali dan model ETS (A,N,A) memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali sedangkan model ETS (A,A,A) tidak berkontribusi memberikan nilai RMSE terkecil.

Tabel 4.8 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =3) *Additive*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)
1	2,63	2,64	2,62
2	3,52	3,55	3,60
3	2,43	2,46	2,47
4	2,60	2,63	2,66
5	2,53	2,54	2,58
6	2,66	2,70	2,69
7	2,26	2,25	2,27
8	2,53	2,55	2,60
9	2,27	2,27	2,29
10	2,34	2,37	2,39

Tabel 4.8 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE pemodelan residual untuk model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 3. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 8 kali dan model ETS (A,N,A)

memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali sedangkan model ETS (A,A,A) juga memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali.

Tabel 4.9 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =5) *Additive*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)
1	3,91	3,96	3,96
2	5,51	5,53	5,54
3	4,09	4,13	4,22
4	4,49	4,51	4,51
5	4,63	4,66	4,69
6	4,04	4,05	4,09
7	4,26	4,28	4,33
8	4,26	4,29	4,33
9	3,85	3,89	3,92
10	4,52	4,51	4,53

Tabel 4.9 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE pemodelan residual untuk model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 5. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 9 kali dan model ETS (A,N,A) memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali sedangkan model ETS (A,A,A) tidak berkontribusi memberikan nilai RMSE terkecil.

Berdasarkan hasil perolehan nilai RMSE dari masing-masing kemungkinan model *exponential smoothing*, maka model ETS (A,N,N) dapat dijadikan rekomendasi untuk menangani kasus pola data yang *additive*. Hal ini dikarenakan model ETS (A,N,N) lebih banyak memberikan kontribusi melalui nilai RMSEnya yang kecil dibandingkan model ETS (A,N,A) dan model ETS (A,A,A). Maka persamaan model hibrida untuk data simulasi *additive* dapat dituliskan pada persamaan berikut.

Model 1

- Level 1 :

$$\begin{aligned}
 Y_t^1 = & 1,98I_t + 6,68D_{0,t} + 31,4D_{2,t} + 78,4D_{7,t} + 92,5D_{9,t} + 120D_{11,t} \\
 & + 179D_{18,t} + 202D_{20,t} + 223D_{22,t} + 294D_{29,t} + 99,3D_{0,t+1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -15,4 D_{2,t+1} + 63,5 D_{7,t+1} + 53,6 D_{9,t+1} + 42,8 D_{11,t+1} + 8,82 D_{18,t+1} \\
& -2,41 D_{20,t+1} - 11,7 D_{22,t+1} - 43,4 D_{29,t+1} + 36,5 M_{1,t} + 40,3 M_{2,t} \\
& + 41,8 M_{3,t} + 40,9 M_{4,t} + 37,1 M_{5,t} + 30,2 M_{6,t} + 25,5 M_{7,t} \\
& + 23,5 M_{8,t} + 22,2 M_{9,t} + 21,7 M_{10,t} + 26,7 M_{11,t} + 32,1 M_{12,t} + u_t
\end{aligned}$$

▪ Level 2 :

$$\begin{aligned}
\hat{\alpha}_g^* &= 8,65 + 9,74g \\
\hat{\gamma}_g^* &= 66,7 - 3,43g
\end{aligned} \tag{4.10}$$

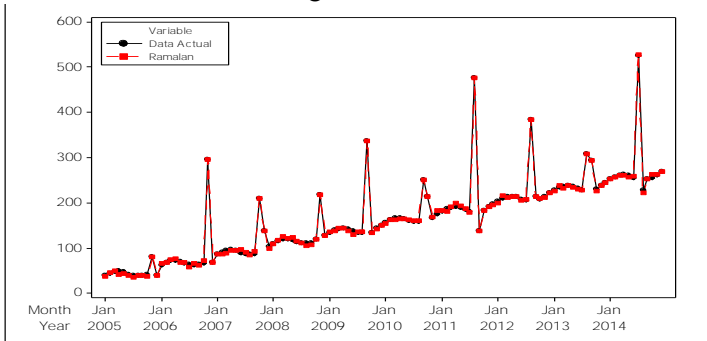
Model 2

$$\begin{aligned}
\ell_t &= 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \\
\hat{y}_t^* &= \ell_t
\end{aligned} \tag{4.11}$$

Ramalan 1 $\hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^*$

Ramalan 2 $\hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{y}_t^*$ (4.12)

Berikut adalah *time series plot* perbandingan hasil peramalan model hibrida dengan data *actual* simulasi *additive*.



Gambar 4.11 Time Series Plot Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data Actual (Additive)

Berdasarkan Gambar 4.11 menunjukkan bahwa nilai peramalan menggunakan model hibrida sudah memberikan hasil peramalan yang baik dikarenakan nilai estimasinya mendekati

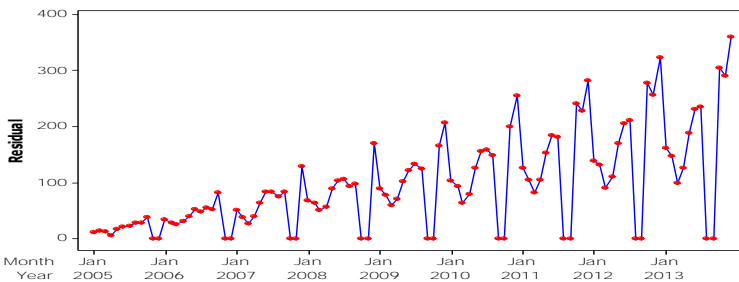
data *actual*. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan model hibrida pada kasus pola data yang mengandung pola *trend*, musiman (*additive*) dan variasi kalender memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan pemodelan *exponential smoothing* saja. Hasil pemodelan hibrida antara regresi *time series* dengan model ETS (A,N,N) menghasilkan nilai RMSE *in-sample* 3,15 sedangkan untuk RMSE *out-sample* adalah 3,09.

4.1.5.2 Pemodelan Hibrida pada Data Simulasi Pola *Multiplicative*

Dengan menggunakan langkah yang sama seperti halnya pemodelan hibrida pada data *additive*, maka hasil pemodelan hibrida pada data simulasi *multiplicative* juga menghasilkan beberapa kemungkinan model regresi *time series*.

a. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender

Kemungkinan pemodelan regresi *time series* yang pertama adalah mengeliminasi efek variasi kalender saja. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.5). Secara visual, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.12.



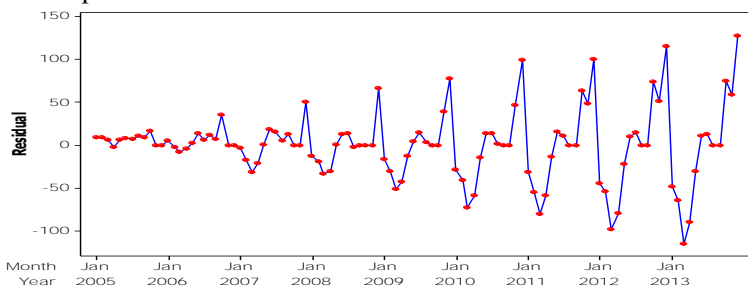
Gambar 4.12 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender (*Multiplicative*)

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat diketahui bahwa pemodelan *time series* regresi (TSR) jika hanya menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender ternyata menghasilkan model yang gagal (*failed*), dikarenakan residual yang dihasilkan

masih menangkap pola variasi kalender yang semua nilainya mendekati nol. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 40,09 yang merujuk pada Lampiran 7. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*.

b. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend*

Selanjutnya akan dicoba kemungkinan yang lain yaitu dengan mengeliminasi efek variasi kalender dan pola *trend* pada data simulasi. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.6). Secara visual, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.13.

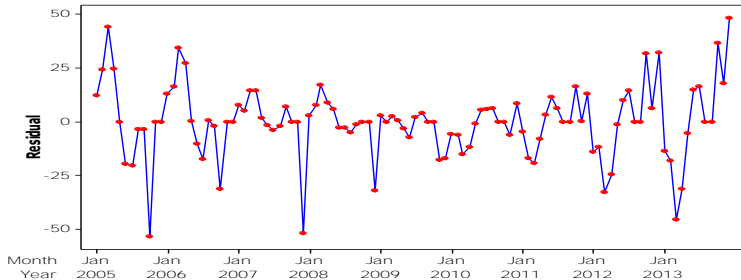


Gambar 4.13 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* (Multiplicative)

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa pemodelan TSR jika menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender dan variabel *dummy trend* ternyata juga menghasilkan model residual yang berpola musiman yang cenderung *multiplicative*. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 22,98. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*.

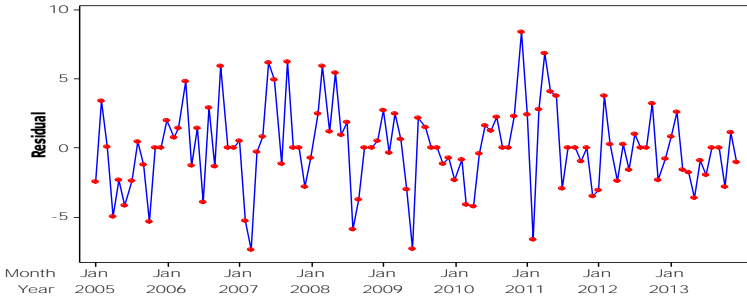
c. Mengeliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* + *Seasonal*

Tahapan ini dilakukan dengan cara meregresikan data *additive* dengan 18 variabel *dummy* efek variasi kalender, variabel *dummy trend* dan variabel *dummy seasonal*. Persamaan regresi *time series* untuk model ini dapat dilihat pada persamaan (4.8). Secara visual, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* + *Seasonal* (Multiplicative)

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa pemodelan TSR jika menggunakan variabel *dummy* efek variasi kalender, *trend* dan variabel *dummy seasonal* ternyata juga menghasilkan model yang gagal (*failed*), dikarenakan residual cenderung berpola naik turun tidak beraturan dan menghasilkan residual yang masih menangkap pola variasi kalender. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,A,A) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 16,97. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan TSR tidak menghasilkan residual yang dapat ditangkap baik oleh model 2 yaitu pemodelan *exponential smoothing*. Oleh karena itu, akan dilakukan pemodelan ulang dengan meregresikan kembali data simulasi *multiplicative* dengan variabel *dummy* efek variasi kalender, *trend*, musiman dan variabel *dummy* perkalian antara *trend* dan musiman. Hasil *time series plot* residual dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Time Series Plot Eliminasi Efek Variasi Kalender + Trend+Musiman+(Trend x Seasonal) (Multiplicative)

Hasil pemodelan TSR dengan mengeliminasi efek variasi kalender, *trend*, musiman dan perkalian antara *trend* dan musiman menghasilkan pola residual yang berbeda dengan hasil pemodelan TSR sebelumnya. Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa pemodelan TSR menghasilkan residual yang berpola *stationer*. Jika dimodelkan menggunakan ETS (A,N,N) maka diperoleh nilai RMSE sebesar 3,01. Nilai RMSE ini mendekati nilai standar deviasi *error* pada data simulasi yaitu 3. Berikut adalah ringkasan nilai RMSE yang dihasilkan oleh model regresi *time series* untuk eliminasi efek variasi kalender, *trend* dan musiman *multiplicative*.

Tabel 4.10 Nilai RMSE Model TSR Data Simulasi (Multiplicative)

Model Time Series	RMSE
eliminasi efek CV_t	40,09
eliminasi efek $T_t + CV_t$	22,98
eliminasi efek $T_t + S_t + CV_t$	16,97
eliminasi efek $T_t + S_t + CV_t + (T_t * S_t)$	3,01

Pemodelan TSR model 1 pada data simulasi *multiplicative* dapat dilihat pada persamaan (4.13) berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_t = & 3,20t + 6,18D_{0,t} + 28,6D_{2,t} + 78,7D_{7,t} + 92,5D_{9,t} + 119D_{11,t} \\
 & + 180D_{18,t} + 202D_{20,t} + 221D_{22,t} + 294D_{29,t} + 97,9D_{0,t+1} \\
 & - 13,9D_{2,t+1} + 63,5D_{7,t+1} + 53,8D_{9,t+1} + 40,9D_{11,t+1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +8,8D_{18,t+1} - 2,55D_{20,t+1} - 10,5D_{22,t+1} - 43,4D_{29,t+1} \\
& -1,67tM_{1,t} - 1,80tM_{2,t} - 2,28tM_{3,t} - 1,98tM_{4,t} - 1,40tM_{5,t} \\
& -1,04tM_{6,t} - 0,987tM_{7,t} - 1,23tM_{8,t} - 1,23tM_{9,t} - 0,45tM_{10,t} \\
& -0,66tM_{11,t} + 11,7M_{1,t} + 7,17M_{2,t} + 9,46M_{3,t} + 5,97M_{4,t} \\
& +10M_{5,t} + 12M_{6,t} + 9,35M_{7,t} + 12,3M_{8,t} + 12,2M_{9,t} \\
& +16,2M_{10,t} + 17,9M_{11,t} + 16,3M_{12,t} + u_t
\end{aligned} \tag{4.13}$$

Terdapat beberapa kemungkinan model *exponential smoothing* residual hasil dari model 1 diantaranya adalah model ETS (A,N,N), ETS (A,N,A), ETS (A,A,A) dan ETS (A,A,N). Namun pada analisis ini akan dilakukan pengulangan atau replikasi sebanyak 10 kali terhadap pemodelan data simulasi *trend*, musiman dan variasi kalender untuk masing-masing *error* yang mempunyai standar deviasi 1, 3 dan 5. Hasil pemodelan residual yang merupakan hasil pemodelan TSR model 1 untuk masing-masing data *error* dengan standar deviasi 1, 3 dan 5 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.11 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =1) *Multiplicative*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)	ETS (A,A,N)
1	0,79	0,80	0,81	0,80
2	0,83	0,83	0,83	0,82
3	0,78	0,79	0,80	0,78
4	0,66	0,67	0,68	0,67
5	0,82	0,83	0,84	0,82
6	0,81	0,82	0,85	0,81
7	0,78	0,80	0,82	0,78
8	0,80	0,81	0,82	0,81
9	0,83	0,84	0,84	0,85
10	0,74	0,75	0,75	0,75

Tabel 4.11 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE untuk pemodelan residual pada model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 1. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 9 kali, model ETS

(A,A,N) memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali, sedangkan model ETS (A,N,A) dan ETS (A,A,A) tidak berkontribusi memberikan nilai RMSE terkecil.

Tabel 4.12 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =3) *Multiplicative*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)	ETS (A,A,N)
1	2,48	2,48	2,51	2,47
2	2,41	2,43	2,42	2,43
3	2,25	2,26	2,26	2,26
4	2,30	2,31	2,30	2,32
5	2,26	2,27	2,31	2,27
6	2,53	2,55	2,55	2,53
7	2,16	2,17	2,21	2,15
8	2,42	2,44	2,49	2,48
9	2,03	2,04	2,05	2,04
10	2,18	2,19	2,21	2,17

Tabel 4.12 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE untuk pemodelan residual pada model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 3. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 6 kali, model ETS (A,A,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 3 kali, model ETS (A,A,A) memberikan nilai RMSE terkecil hanya 1 kali sedangkan model ETS (A,N,A) tidak berkontribusi memberikan nilai RMSE terkecil.

Tabel 4.13 RMSE Model *Exponential Smoothing* Data Residual
(Standar Deviasi =5) *Multiplicative*

Replikasi	ETS (A,N,N)	ETS (A,N,A)	ETS (A,A,A)	ETS (A,A,N)
1	3,47	3,49	3,52	3,48
2	3,78	3,80	3,82	3,83
3	3,81	3,84	3,87	3,79
4	4,28	4,31	4,32	4,27
5	4,21	4,23	4,26	4,18
6	3,60	3,62	3,63	3,62
7	3,87	3,89	3,91	3,97
8	4,09	4,11	4,12	4,24
9	3,17	3,19	3,23	3,16
10	4,25	4,26	4,27	4,26

Tabel 4.13 menunjukkan hasil perolehan nilai RMSE untuk pemodelan residual pada model 2 ketika data *error* simulasi mempunyai standar deviasi sebesar 5. Setelah dilakukan pengulangan model sebanyak 10 kali, model ETS (A,N,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 6 kali, model ETS (A,A,N) memberikan nilai RMSE terkecil sebanyak 4 kali, sedangkan model ETS (A,N,A) dan ETS (A,A,A) tidak berkontribusi memberikan nilai RMSE terkecil. Berdasarkan hasil perolehan nilai RMSE dari masing-masing kemungkinan model *exponential smoothing*, maka model ETS (A,N,N) dapat dijadikan rekomendasi untuk menangani kasus pola data yang *multiplicative*. Hal ini dikarenakan model ETS (A,N,N) lebih sering memberikan nilai RMSE terkecil dibandingkan dengan model ETS lainnya. Maka persamaan model hibrida untuk data simulasi *multiplicative* dapat dituliskan pada persamaan berikut.

Model 1

■ Level 1:

$$\begin{aligned}
 Y_t^1 = & 3,20t + 6,18D_{0,t} + 28,6D_{2,t} + 78,7D_{7,t} + 92,5D_{9,t} + 119D_{11,t} \\
 & + 180D_{18,t} + 202D_{20,t} + 221D_{22,t} + 294D_{29,t} + 97,9D_{0,t+1} \\
 & - 13,9D_{2,t+1} + 63,5D_{7,t+1} + 53,8D_{9,t+1} + 40,9D_{11,t+1} \\
 & + 8,8D_{18,t+1} - 2,55D_{20,t+1} - 10,5D_{22,t+1} - 43,4D_{29,t+1} \\
 & - 1,67tM_{1,t} - 1,80tM_{2,t} - 2,28tM_{3,t} - 1,98tM_{4,t} - 1,40tM_{5,t} \\
 & - 1,04tM_{6,t} - 0,987tM_{7,t} - 1,23tM_{8,t} - 1,23tM_{9,t} - 0,45tM_{10,t} \\
 & - 0,66tM_{11,t} + 11,7M_{1,t} + 7,17M_{2,t} + 9,46M_{3,t} + 5,97M_{4,t} \\
 & + 10M_{5,t} + 12M_{6,t} + 9,35M_{7,t} + 12,3M_{8,t} + 12,2M_{9,t} \\
 & + 16,2M_{10,t} + 17,9M_{11,t} + 16,3M_{12,t} + u_t
 \end{aligned}$$

■ Level 2:

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}_g^* &= 7,66 + 9,77g \\
 \hat{\gamma}_g^* &= 66,3 - 3,41g
 \end{aligned} \tag{4.14}$$

Model 2

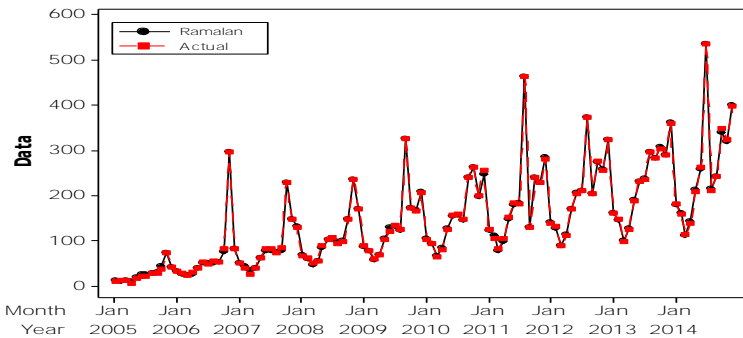
$$\ell_t = 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \quad (4.15)$$

$$\hat{y}_t^* = \ell_t$$

Ramalan 1 $\hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^*$

Ramalan 2 $\hat{Y}_t = \hat{Y}_t^1 + \hat{y}_t^*$ (4.16)

Berikut adalah *time series plot* perbandingan hasil peramalan model hibrida dengan data *actual* simulasi *multiplicative*.



Gambar 4.16 Time Series Plot Perbandingan Hasil Peramalan dengan Data Actual (Multiplicative)

Hasil pemodelan hibrida antara regresi *time series* dengan model ETS (A,N,N) menghasilkan nilai RMSE *in-sample* 3,01 sedangkan untuk RMSE *out-sample* adalah 3,96. Berdasarkan Gambar 4.16 menunjukkan bahwa nilai peramalan menggunakan model hibrida sudah memberikan hasil peramalan yang baik dikarenakan nilai estimasinya mendekati data *actual*. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa penggunaan model hibrida pada kasus pola data yang mengandung pola *trend*, musiman (*multiplicative*) dan variasi kalender memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan pemodelan *exponential smoothing* saja.

4.2 Kajian Terapan

Pemodelan *time series* yang digunakan pada kasus *inflow* dan *outflow* uang kartal di Jawa Timur meliputi pemodelan hibrida antara *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* dan model variasi kalender. Hasil dari pemodelan hibrida ini juga akan dibandingkan nilai akurasi dengan penggunaan model regresi *time series*. Pemilihan model terbaik untuk data *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Timur diperoleh dengan membandingkan nilai akurasi hasil peramalan *out sample* dari model terbaik pada setiap metode yang diterapkan berdasarkan nilai kesalahan terkecil. Dalam penelitian ini digunakan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

4.2.1 Pemodelan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal pada Masing-masing KPw BI di Wilayah Jawa Timur dengan Model Hibrida

Pembentukan model hibrida untuk *inflow* dan *outflow* uang kartal dilakukan pada masing-masing KPw BI di wilayah Jawa Timur. Pembentukan model hibrida ini diawali oleh pemodelan regresi *time series* pada model 1 kemudian hasil perolehan nilai *error* pada model 1 akan dimodelkan menggunakan *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*.

Adapun variabel-variabel *dummy* yang digunakan yaitu variabel *dummy trend*, *dummy* periode kebijakan BI, *dummy trend* periode, *dummy* bulan, *dummy* multiplikatif *trend* dan musiman, dan *dummy* efek variasi kalender yaitu berdasarkan efek banyaknya hari sebelum tanggal terjadinya hari raya idul Fitri dengan periode satu bulan sebelum (D_{t-1}), satu bulan sesudah (D_{t+1}) dan bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri (D_t). Penggunaan variabel *dummy* ini lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

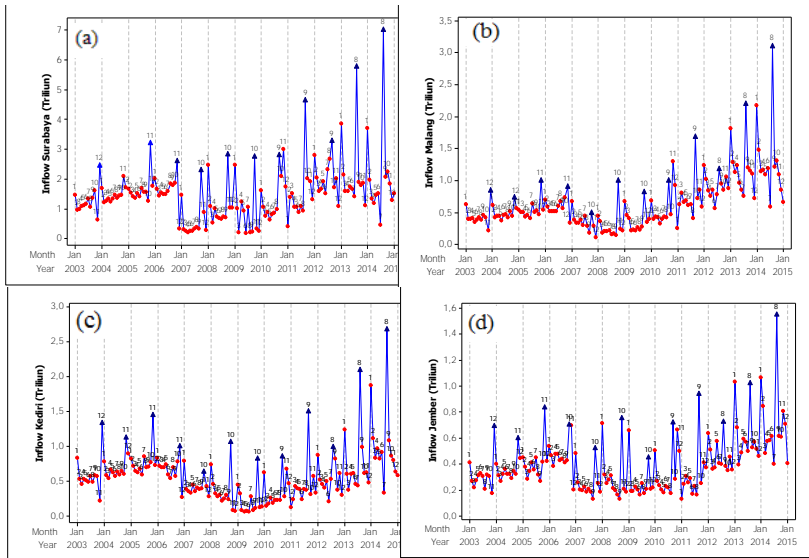
Tabel 4.14 Penggunaan Variabel *Dummy* Efek Variasi Kalender pada Setiap Tahun

Tahun	Tanggal Idul Fitri	Variabel <i>Dummy</i>
2003	25-26 Nopember	$D_{24,t-1} = 1$ untuk Oktober $D_{24,t} = 1$ untuk Nopember $D_{24,t+1} = 1$ untuk Desember
2004	14-15 Nopember	$D_{13,t-1} = 1$ untuk Oktober $D_{13,t} = 1$ untuk Nopember $D_{13,t+1} = 1$ untuk Desember
2005	3-4 Nopember	$D_{2,t-1} = 1$ untuk Oktober $D_{2,t} = 1$ untuk Nopember $D_{2,t+1} = 1$ untuk Desember
2006	23-24 Nopember	$D_{22,t-1} = 1$ untuk Oktober $D_{22,t} = 1$ untuk Nopember $D_{22,t+1} = 1$ untuk Desember
2007	12-13 Oktober	$D_{11,t-1} = 1$ untuk September $D_{11,t} = 1$ untuk Oktober $D_{11,t+1} = 1$ untuk Nopember
2008	1-2 Oktober	$D_{0,t-1} = 1$ untuk September $D_{0,t} = 1$ untuk Oktober $D_{0,t+1} = 1$ untuk Nopember
2009	21-22 September	$D_{20,t-1} = 1$ untuk Agustus $D_{20,t} = 1$ untuk September $D_{20,t+1} = 1$ untuk Oktober

Tabel 4.14 (Lanjutan) Penggunaan Variabel *Dummy* Efek Variasi Kalender pada Setiap Tahun

Tahun	Tanggal Idul Fitri	Variabel <i>Dummy</i>
2010	10-11 September	$D_{9,t-1} = 1$ untuk Agustus $D_{9,t} = 1$ untuk September $D_{9,t+1} = 1$ untuk Oktober
2011	30-31 Agustus	$D_{29,t-1} = 1$ untuk Juli $D_{29,t} = 1$ untuk Agustus $D_{29,t+1} = 1$ untuk September
2012	19-20 Agustus	$D_{18,t-1} = 1$ untuk Juli $D_{18,t} = 1$ untuk Agustus $D_{18,t+1} = 1$ untuk September
2013	8-9 Agustus	$D_{7,t-1} = 1$ untuk Juli $D_{7,t} = 1$ untuk Agustus $D_{7,t+1} = 1$ untuk September
2014	28-29 Agustus	$D_{27,t-1} = 1$ untuk Juli $D_{27,t} = 1$ untuk Agustus $D_{27,t+1} = 1$ untuk September

Variabel *dummy* yang telah diuraikan tersebut akan digunakan untuk memodelkan data *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan regresi *time series* pada model 1. Sebelum menganalisis lebih lanjut, akan dijelaskan mengenai pola kenaikan *inflow* dan *outflow* di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Timur. Berdasarkan data *inflow* dan *outflow* pada Lampiran 1 dan 2, pola kenaikan *inflow* dan *outflow* dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan 4.18 berikut.



Ket: ▲ : Kenaikan *inflow* pada bulan terjadinya hari raya Idul fitri atau satu bulan setelah hari raya Idul Fitri

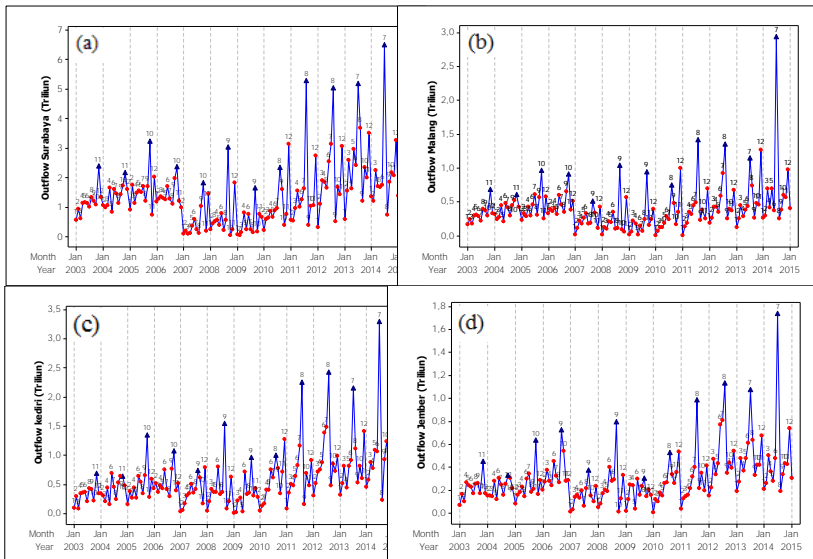
Gambar 4.17 *Inflow* Uang Kartal di wilayah Jawa Timur (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal cenderung tinggi pada bulan Januari, Agustus, September, Oktober dan Nopember. Tingginya *inflow* uang kartal juga terjadi di bulan Januari dan bulan-bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri atau satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri. Hal ini dikarenakan adanya kecenderungan masyarakat menyetorkan uang setelah hari raya Idul Fitri usai. Adapun kenaikan *inflow* terjadi pada bulan-bulan berikut.

- Bulan Desember pada tahun 2003
- Bulan Nopember pada tahun 2004, 2005, 2006 dan 2010
- Bulan Oktober pada tahun 2007, 2008 dan 2009
- Bulan September pada tahun 2010 dan 2011
- Bulan Agustus pada tahun 2012, 2013 dan 2014

Pada Gambar 4.17, terlihat bahwa kejadian hari raya pada hari tertentu di bulan tersebut akan mempengaruhi kenaikan

inflow uang kartal di wilayah tersebut. Jika hari raya Idul Fitri terjadi pada tanggal akhir bulan, maka di setiap KPw BI akan mengalami kenaikan *inflow* yang cukup tinggi pada tanggal awal bulan setelah hari raya Idul Fitri terjadi. Sehingga dapat dikatakan bahwa kenaikan *inflow* terjadi beberapa hari setelah hari raya Idul Fitri. Sedangkan jika hari raya Idul Fitri terjadi pada tanggal awal bulan, maka banyaknya hari setelah hari raya Idul Fitri memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan *inflow* di setiap KPw BI. Sehingga kenaikan *inflow* terjadi pada bulan disaat hari raya Idul Fitri itu terjadi. Sedangkan pola kenaikan *outflow* di masing-masing KPw BI dapat dilihat pada Gambar 4.18 berikut.



Ket: ▲ : Kenaikan *outflow* pada bulan terjadinya hari raya Idul fitri atau satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri

Gambar 4.18 *Outflow* Uang Kartal di Jawa Timur (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember

Seperti halnya *inflow*, *outflow* uang kartal di KPw BI wilayah Jawa Timur juga memiliki pola musiman dimana *outflow* uang kartal akan mengalami kenaikan yang signifikan pada periode-periode tertentu. Gambar 4.18 menunjukkan bahwa kenaikan *outflow* yang sangat tinggi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya terjadi pada bulan Desember dan pada bulan saat hari raya Idul Fitri serta satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri. Kenaikan yang sangat tinggi di bulan Desember terjadi karena adanya liburan natal dan tahun baru sedangkan kenaikan *outflow* pada saat hari raya Idul Fitri dan satu bulan sebelum hari raya Idul Fitri dikarenakan masyarakat cenderung menarik uang untuk membeli segala kebutuhan yang diperlukan pada saat hari raya Idul Fitri. Adapun kenaikan *outflow* terjadi pada bulan-bulan berikut.

- a. Bulan Nopember tahun 2003 dan 2004
- b. Bulan Oktober tahun 2005 dan 2006 serta tahun 2007 khusus untuk KPw BI Surabaya
- c. Bulan September tahun 2007, 2008 dan 2009
- d. Bulan Agustus tahun 2010, 2011 dan 2012
- e. Bulan Juli tahun 2013 dan 2014

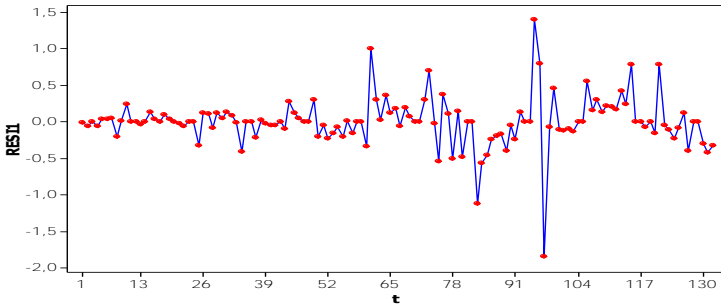
Berdasarkan Gambar 4.18, terlihat bahwa kejadian hari raya pada hari tertentu di bulan tersebut akan mempengaruhi kenaikan *outflow* uang kartal di wilayah tersebut. Jika hari raya Idul Fitri terjadi pada tanggal akhir bulan, maka di setiap KPw BI akan mengalami kenaikan *outflow* yang cukup tinggi pada tanggal sebelum hari raya Idul Fitri terjadi. Sehingga dapat dikatakan bahwa kenaikan *outflow* terjadi pada bulan terjadinya hari raya Idul Fitri. Sedangkan jika hari raya Idul Fitri terjadi pada tanggal awal bulan, maka banyaknya hari sebelum hari raya Idul Fitri memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan *outflow* di setiap KPw BI. Sehingga kenaikan *outflow* terjadi pada bulan sebelum hari raya Idul Fitri itu terjadi.

Pada analisis ini pemodelan *time series* yang digunakan adalah 2 level. Level 1 merupakan pemodelan regresi *time series* pada data *in-sample* (tahun 2003-2013). Model level 2 akan

digunakan untuk memprediksi/meramalkan efek variasi kalender disetiap kemungkinan banyaknya hari yang berbeda dengan sebelumnya. Pemodelan pada level 2 ini dilakukan jika jumlah hari sebelum terjadinya hari raya Idul Fitri belum terdapat pada pemodelan level 1. Model regresi *time series* pada level 1 yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,1,t} = & 0,00394t + 1,93D_{0,t} + 1,02D_{2,t} + 4,30D_{7,t} + 1,84D_{9,t} + 1,61D_{11,t} + 0,01D_{13,t} \\
 & + 1,48D_{18,t} - 0,587D_{20,t} + 0,294D_{22,t} - 1,33D_{24,t} - 0,019D_{29,t} - 0,246D_{0,t+1} \\
 & - 0,051D_{2,t+1} + 0,273D_{7,t+1} + 0,785D_{9,t+1} - 0,233D_{11,t+1} - 0,047D_{13,t+1} \\
 & + 1,92D_{18,t+1} + 1,65D_{20,t+1} - 1,75D_{22,t+1} + 0,743D_{24,t+1} + 3,57D_{29,t+1} \\
 & + 1,46M_{1,t} + 0,969M_{2,t} + 0,940M_{3,t} + 1,08M_{4,t} + 1,05M_{5,t} + 1,05M_{6,t} \\
 & + 1,20M_{7,t} + 1,20M_{8,t} + 1,28M_{9,t} + 1,24M_{10,t} + 1,87M_{11,t} + 1,67M_{12,t} \\
 & - 1,55L_{1,t} - 2,52L_{2,t} + 0,00931tL_{1,t} + 0,0134tL_{2,t} + 0,0170tM_{1,t} \\
 & + 0,0133tM_{2,t} + 0,00931tM_{3,t} + 0,00881tM_{4,t} + 0,00922tM_{5,t} + 0,00661tM_{6,t} \\
 & + 0,0073tM_{7,t} + 0,0043tM_{8,t} + 0,0048tM_{9,t} + 0,0086tM_{10,t} \\
 & + 0,0051tM_{11,t} + u_t
 \end{aligned} \tag{4.17}$$

Pada pemodelan regresi *time series* level 1 tersebut akan menghasilkan nilai residual yang nantinya akan dimodelkan menggunakan *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Berikut adalah *plot* residual hasil pemodelan regresi *time series* pada level 1.



Gambar 4.19 Time Series Plot Residual Model Awal

Berdasarkan Gambar 4.19 dapat diperoleh informasi bahwa hasil residual pada pemodelan regresi *time series* belum menghasilkan residual yang *stationer*. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa nilai residual yang terlalu tinggi dibandingkan dengan nilai residual yang lainnya. Kondisi ini diduga akibat adanya *outlier* pada data *inflow* uang kartal di Surabaya, sehingga perlu dilakukan penanganan *outlier* pada model tersebut. Pada penelitian Nurhariyadi menyebutkan bahwa model dengan penanganan *outlier* lebih baik daripada model tanpa penanganan *outlier*. Hal ini dikarenakan model penanganan *outlier* dapat memperbaiki nilai akurasi peramalan. Adapun observasi yang menjadi residual dapat diketahui berdasarkan nilai *studentized residual* atau juga dikenal sebagai *t-residual*. Observasi dengan nilai *t-residual* yang lebih dari 3 dapat dinyatakan sebagai *outlier*. Berikut adalah waktu kejadian terjadinya *outlier* tersebut.

Tabel 4.15 *Outlier* untuk Data *Inflow* di KPw BI Surabaya (Hibrida)

Observasi	Tipe <i>Outlier</i>	Bulan
61	<i>Additive Outlier</i>	Januari 2008
83	<i>Additive Outlier</i>	Nopember 2009
95	<i>Additive Outlier</i>	Nopember 2010
96	<i>Additive Outlier</i>	Desember 2010
97	<i>Additive Outlier</i>	Januari 2011
115	<i>Additive Outlier</i>	Juli 2012

Pada data *inflow* uang kartal di Surabaya terdapat 6 *outlier*, yang merupakan *Additive Outlier*. Dilihat dari penyebabnya untuk tahun 2008, 2009 dan 2010 merupakan dampak dari penerapan kebijakan BI mengenai penyetoran dan penarikan uang kartal. Kebijakan ini berlaku secara nasional sejak Desember 2006 di seluruh wilayah KPw BI, sehingga berdampak pada penurunan aliran uang kartal secara signifikan pada tahun 2007. Kemudian pada tahun 2011, BI juga membuat perubahan terhadap mekanisme penyetoran dan penarikan uang rupiah oleh bank umum di Bank Indonesia. Perubahan kebijakan BI ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap meningkatnya aliran uang kartal baik *inflow* maupun *outflow*. Selanjutnya *outlier* tersebut disertakan kedalam model regresi untuk

menghilangkan efek *outlier*. Hasil model regresi *time series* dengan penanganan *outlier* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
Y_{1,1,t} = & 0,00284t + 2,00D_{0,t} - 0,21D_{2,t} + 4,16D_{7,t} + 1,97D_{9,t} \\
& + 1,62D_{11,t} - 1,42D_{13,t} + 1,27D_{18,t} - 0,512D_{20,t} - 0,74D_{22,t} \\
& - 2,96D_{24,t} - 0,312D_{29,t} - 0,837D_{0,t+1} + 0,024D_{2,t+1} + 0,254D_{7,t+1} \\
& + 0,983D_{9,t+1} - 1,08D_{11,t+1} - 0,015D_{13,t+1} + 1,82D_{18,t+1} + 1,79D_{20,t+1} \\
& - 1,45D_{22,t+1} + 0,792D_{24,t+1} + 3,37D_{29,t+1} + 1,29M_{1,t} + 0,996M_{2,t} \\
& + 0,967M_{3,t} + 1,11M_{4,t} + 1,04M_{5,t} + 1,08M_{6,t} + 1,33M_{7,t} + 1,16M_{8,t} \\
& + 1,27M_{9,t} + 1,25M_{10,t} + 3,68M_{11,t} + 1,63M_{12,t} - 1,27L_{1,t} - 1,53L_{2,t} \\
& + 0,000071tL_{1,t} + 0,00566tL_{2,t} + 0,0224tM_{1,t} + 0,0135tM_{2,t} \\
& + 0,00959tM_{3,t} + 0,00917tM_{4,t} + 0,00965tM_{5,t} + 0,00712tM_{6,t} \\
& + 0,00508tM_{7,t} + 0,00691tM_{8,t} + 0,00610tM_{9,t} + 0,00903tM_{10,t} \\
& - 0,0104tM_{11,t} + 1,31I_t^{(95)} - 2,35I_t^{(97)} - 1,46I_t^{(83)} + 0,9I_t^{(61)} \\
& + 1,09I_t^{(96)} + 0,94I_t^{(115)} + u_t
\end{aligned} \tag{4.18}$$

Setelah memperoleh persamaan model regresi level 1 pada data *in-sample*, maka selanjutnya melakukan pemodelan regresi level 2 untuk peramalan bulan Juli dan Agustus tahun 2014, dimana bulan tersebut merupakan bulan terjadinya hari raya Idul Fitri dan bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri. Pada level 2, proses perhitungan peramalan adalah melakukan estimasi parameter model di level 1 untuk parameter α_g (variabel $D_{g,t}$) dan γ_g (variabel $D_{g,t+1}$). Selanjutnya koefisien masing-masing parameter tersebut dilakukan proses estimasi kembali dengan cara meregresikan dengan banyaknya hari (g) sebagai prediktor. Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi efek variasi kalender dengan g yang berbeda dengan sebelumnya. Hari raya Idul Fitri pada tahun 2014 terjadi pada tanggal 28-29 Juli. Banyaknya hari sebelum tanggal terjadinya hari raya Idul Fitri tahun 2014 adalah 27 hari. Sedangkan pada pemodelan regresi level 1 belum ada variabel *dummy* efek hari raya yang mewakili banyaknya hari tersebut. Oleh karena itu diperlukan pemodelan

regresi level 2 untuk memperoleh nilai α_{27} dan γ_{27} yang merupakan nilai ramalan untuk bulan hari raya dan bulan setelah hari raya yang terjadi pada tanggal 28.

Tabel 4.16 Komponen banyaknya Hari dan Koefisien Regresi Level 1

g	α_g	γ_g
0	2,00	-0,83
2	-0,21	0,02
7	4,16	0,25
9	1,97	0,98
11	1,62	-1,08
13	-1,42	-0,01
18	1,27	1,82
20	-0,51	1,79
22	-0,74	-1,45
24	-2,96	0,79
29	-0,31	3,37

Model linier yang terbentuk dapat dijelaskan sebagai berikut.

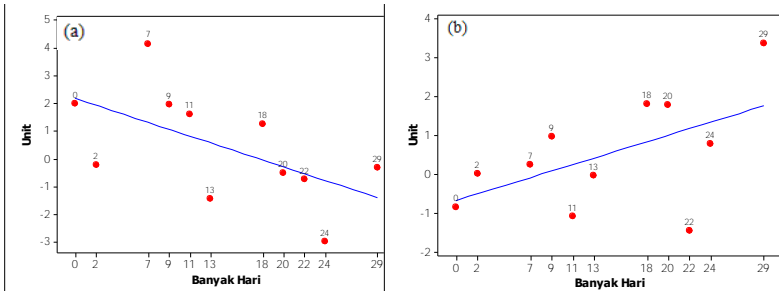
- i. Untuk meramalkan efek *inflow* uang kartal pada saat bulan terjadinya hari raya Idul Fitri.

$$\hat{\alpha}_g = 2,18 - 0,123g \quad (4.19)$$

- ii. Untuk meramalkan efek *inflow* uang kartal satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri.

$$\hat{\gamma}_g = -0,665 + 0,0837g \quad (4.20)$$

Model pada persamaan (4.19) menunjukkan bahwa terjadi penurunan *inflow* uang kartal jika banyaknya hari sebelum hari raya Idul Fitri semakin banyak. Namun, berbeda dengan model pada persamaan (4.20), model ini menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal akan mengalami peningkatan jika semakin banyak hari sebelum hari raya Idul Fitri. Kondisi ini dapat diilustrasikan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Skematik model regresi linier efek *inflow* uang kartal saat bulan terjadinya hari raya Idul Fitri (a) dan satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri (b)

Pada data *out-sample*, hari raya Idul Fitri pada tahun 2014 terjadi pada tanggal 28-29 Juli, sehingga nilai ramalan efek hari raya Idul Fitri khususnya pada tanggal 28 di bulan Juli dan Agustus secara manual adalah sebagai berikut.

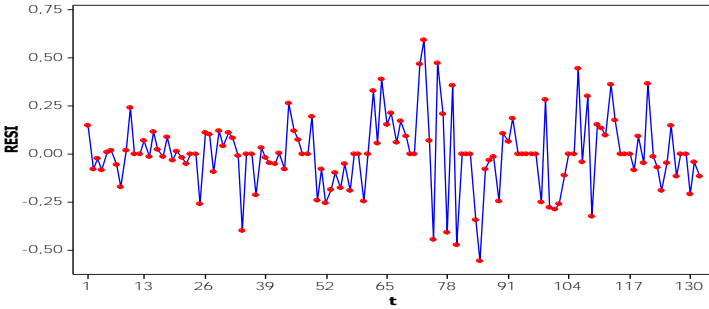
- Bulan Juli ($g=27$)

$$\begin{aligned}\hat{\alpha}_g &= 2,18 - 0,123g \\ &= 2,18 - 0,123(27) \\ &= -1,141\end{aligned}$$

- Bulan Agustus ($g=27$)

$$\begin{aligned}\hat{\gamma}_g &= -0,665 + 0,0837g \\ &= -0,665 + 0,0837(27) \\ &= 2,9249\end{aligned}$$

Nilai ramalan model 1 merupakan penjumlahan nilai ramalan pada level 1 dan level 2. Setelah diperoleh nilai ramalan untuk model 1, selanjutnya memodelkan residual hasil regresi dari model 1 dengan menggunakan metode *exponential smoothing*. Plot residual model 1 dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Time Series Plot Residual dengan Penanganan Outlier

Model 2 yang diperoleh adalah ETS (A,N,N). Berdasarkan perolehan nilai ramalan pada model 1 dan model 2, maka nilai ramalan untuk data *outsample* (tahun 2014) dapat dihitung melalui penjumlahan nilai ramalan pada model 1 dan model 2. Nilai ramalan model ETS (A,N,N) menghasilkan nilai yang konstan (sama) di setiap periode. Oleh karena itu, pada analisis ini akan dilakukan peramalan *k-step* untuk pemodelan ETS (A,N,N). Model ramalan *out-sample* untuk data *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya dapat dilihat pada berikut.

Model 1

■ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{1,1,t}^1 = & 0,00284t + 2,00D_{0,t} - 0,21D_{2,t} + 4,16D_{7,t} + 1,97D_{9,t} \\
 & + 1,62D_{11,t} - 1,42D_{13,t} + 1,27D_{18,t} - 0,512D_{20,t} - 0,74D_{22,t} \\
 & - 2,96D_{24,t} - 0,312D_{29,t} - 0,837D_{0,t+1} + 0,024D_{2,t+1} + 0,254D_{7,t+1} \\
 & + 0,983D_{9,t+1} - 1,08D_{11,t+1} - 0,015D_{13,t+1} + 1,82D_{18,t+1} + 1,79D_{20,t+1} \\
 & - 1,45D_{22,t+1} + 0,792D_{24,t+1} + 3,37D_{29,t+1} + 1,29M_{1,t} + 0,996M_{2,t} \\
 & + 0,967M_{3,t} + 1,11M_{4,t} + 1,04M_{5,t} + 1,08M_{6,t} + 1,33M_{7,t} + 1,16M_{8,t} \\
 & + 1,27M_{9,t} + 1,25M_{10,t} + 3,68M_{11,t} + 1,63M_{12,t} - 1,27L_{1,t} - 1,53L_{2,t} \\
 & + 0,000071tL_{1,t} + 0,00566tL_{2,t} + 0,0224tM_{1,t} + 0,0135tM_{2,t} \\
 & + 0,00959tM_{3,t} + 0,00917tM_{4,t} + 0,00965tM_{5,t} + 0,00712tM_{6,t} \\
 & + 0,00508tM_{7,t} + 0,00691tM_{8,t} + 0,00610tM_{9,t} + 0,00903tM_{10,t} \\
 & - 0,0104tM_{11,t} + 1,31I_t^{(95)} - 2,35I_t^{(97)} - 1,46I_t^{(83)} + 0,9I_t^{(61)} \\
 & + 1,09I_t^{(96)} + 0,94I_t^{(115)} + u_t
 \end{aligned}$$

▪ Level 2

$$\hat{\alpha}^*_g = 7,66 + 9,77g$$
$$\hat{\gamma}^*_g = 66,3 - 3,41g$$

(4.21)

Model 2

$$\ell_t = 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1}$$
$$\hat{y}^*_t = \ell_t$$

(4.22)

Ramalan 1

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}^1_{1,t} + \hat{\alpha}^*_g + \hat{\gamma}^*_g + \hat{y}^*_t$$

(4.23)

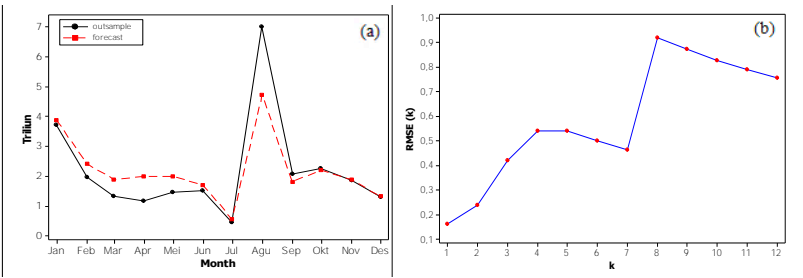
Ramalan 2

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}^1_{1,t} + \hat{y}^*_t$$

(4.24)

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai Ramalan *Inflow* Uang Kartal KPw BI Surabaya

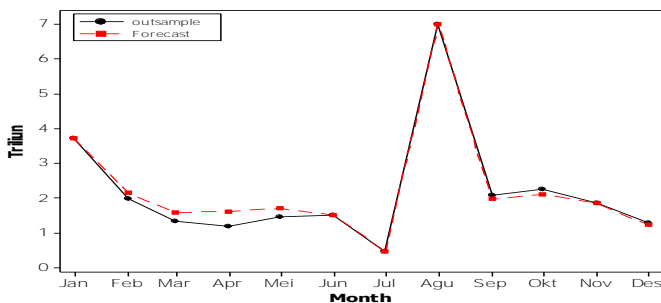
Bulan	Ramalan			Jml	Error	RMSE (k)
	Model 1 (L1)	Model 1(L2)	Model 2			
1	3,873	-	-5,7988E-07	3,873	0,026	0,169
2	2,420	-	-9,0884E-06	2,420	0,201	0,238
3	1,880	-	-1,1648E-05	1,88	0,301	0,420
4	1,985	-	2,06743E-06	1,985	0,646	0,542
5	1,996	-	-0,1252078	1,996	0,290	0,541
6	1,705	-	-0,1377277	1,705	0,039	0,500
7	1,692	-1,141	-0,101386	0,551	0,007	0,464
8	1,786	2,925	-0,1576422	4,710	5,268	0,920
9	1,800	-	-0,00023741	1,800	0,075	0,872
10	2,211	-	0,01090902	2,211	0,001	0,828
11	1,878	-	5,18148E-05	1,878	0,001	0,789
12	1,324	-	-2,5704E-05	1,324	0,001	0,756



Gambar 4.22 Data *Actual* vs Nilai Ramalan *inflow* (a) dan perbandingan nilai $RMSE_{out}$ untuk setiap *k-step* (b) KPw BI Surabaya

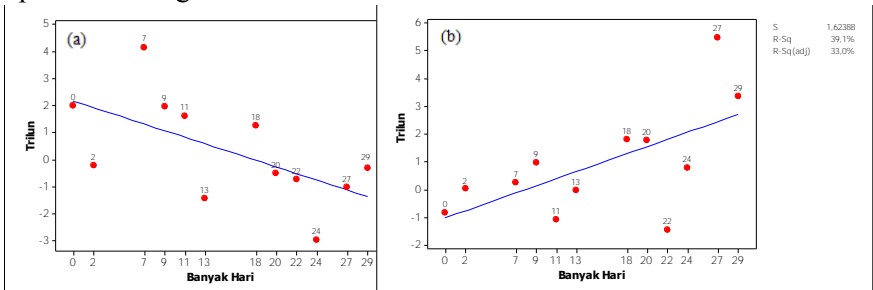
Gambar 4.22 menunjukkan bahwa nilai ramalan pada bulan Januari hingga Juli cenderung sudah sesuai dengan data *actualnya*. Sedangkan nilai ramalan untuk bulan Agustus yang merupakan efek hari raya Idul Fitri belum mampu mendekati data *actualnya*. Hal ini dikarenakan pada tahun 2014 mengalami lonjakan *inflow* dan *outflow* uang kartal yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya di masing-masing KPw BI Jawa Timur. Pada saat hari raya Idul Fitri pada tahun-tahun sebelumnya *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya rata-rata berkisar antara 3-4 triliun rupiah. Namun, pada tahun 2014 terjadi kenaikan *inflow* uang kartal yang sangat tinggi yaitu 7,006 triliun rupiah. Oleh karena itu, nilai ramalan yang dihasilkan belum optimal dan masih jauh dengan data *actualnya*. Sedangkan untuk nilai RMSE *outsample adaptive* menunjukkan bahwa nilai RMSE sampai 7 periode kedepan masih baik, namun untuk 8 periode kedepan dan seterusnya sudah tidak baik.

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa data *out-sample* menghasilkan ramalan yang belum optimal karena pada data *out-sample* mengalami lonjakan *inflow* dan *outflow* uang kartal yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Selanjutnya akan dilihat pula hasil peramalan jika data *inflow* uang kartal tahun 2014 diikutkan menjadi data *in-sample*. Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.23 Data *Actual* vs Nilai Ramalan tahun 2014

Gambar 4.23 menunjukkan bahwa nilai ramalan pada bulan Januari hingga Desember sudah sesuai dengan data *actualnya*. Model yang diperoleh sudah mampu menangkap efek hari raya Idul Fitri dengan baik, yaitu terjadi kenaikan *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya pada bulan setelah hari raya Idul Fitri yaitu pada bulan Agustus.



Gambar 4.24 Skematik model regresi linier efek *inflow* uang kartal saat bulan terjadinya hari raya Idul Fitri (a) dan satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri (b) (data tahun 2014 *in-sample*)

Gambar 4.24 menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal pada tahun 2014 sangat tinggi pada bulan setelah hari raya Idul Fitri. Koefisien parameter γ_{27} bernilai 5,49 yang cenderung menjauhi garis linier. Hal ini dikarenakan terjadi lonjakan/kenaikan *inflow* uang kartal di masing-masing KPw BI Jawa Timur pada tahun 2014 yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Dengan cara yang sama, pemodelan hibrida antara model regresi *time series* dan model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* untuk kasus *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Malang, Kediri, Jember adalah sebagai berikut.

1) Model Hibrida *inflow* uang kartal di KPw BI Malang:

Model 1

▪ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{1,2,t} = & 0,00252t + 0,664D_{0,t} - 0,05D_{2,t} + 1,19D_{7,t} + 0,86D_{9,t} \\
 & + 0,192D_{11,t} - 0,212D_{13,t} + 0,343D_{18,t} + 0,122D_{20,t} - 0,058D_{22,t} \\
 & - 0,719D_{24,t} - 0,259D_{29,t} - 0,354D_{0,t+1} + 0,017D_{2,t+1} + 0,495D_{7,t+1} \\
 & + 0,086D_{9,t+1} - 0,326D_{11,t+1} + 0,08D_{13,t+1} + 0,373D_{18,t+1} + 0,455D_{20,t+1} \\
 & - 0,099D_{22,t+1} + 0,379D_{24,t+1} + 1,23D_{29,t+1} + 0,508M_{1,t} + 0,346M_{2,t} \\
 & + 0,342M_{3,t} + 0,317M_{4,t} + 0,32M_{5,t} + 0,385M_{6,t} + 0,486M_{7,t} + 0,361M_{8,t} \\
 & + 0,481M_{9,t} + 0,381M_{10,t} + 0,931M_{11,t} + 0,433M_{12,t} - 0,216L_{1,t} - 1,14L_{2,t} \\
 & + 0,00232tL_{1,t} + 0,00952tL_{2,t} + 0,00461tM_{1,t} + 0,00398tM_{2,t} \\
 & + 0,00328tM_{3,t} + 0,00301tM_{4,t} + 0,00244tM_{5,t} + 0,0008tM_{6,t} \\
 & + 0,00013tM_{7,t} + 0,00189tM_{8,t} - 0,0015tM_{9,t} + 0,0022tM_{10,t} \\
 & - 0,00183tM_{11,t} - 0,233I_t^{(83)} + 0,747I_t^{(95)} + 0,692I_t^{(96)} - 0,73I_t^{(97)} \\
 & + 0,432I_t^{(121)} + u_t
 \end{aligned}$$

▪ Level 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}^*_g &= 0,727 - 0,0376g \\
 \hat{\gamma}^*_g &= -0,231 + 0,0315g
 \end{aligned} \tag{4.25}$$

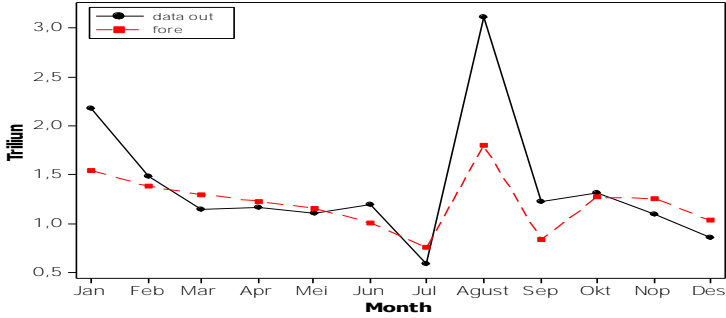
Model 2

$$\begin{aligned}
 \ell_t &= 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \\
 \hat{y}_t^* &= \ell_t
 \end{aligned} \tag{4.26}$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,2,t}^1 + \hat{\alpha}^*_g + \hat{\gamma}^*_g + \hat{y}_t^* \tag{4.27}$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,2,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.28}$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.25 berikut.



Gambar 4.25 Data Actual vs Ramalan inflow tahun 2014 (KPw BI Malang)

2) Model Hibrida inflow uang kartal di KPw BI Kediri:

Model 1

■ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{1,3,t} = & 0,00344t + 0,788D_{0,t} + 0,924D_{2,t} + 1,51D_{7,t} + 0,795D_{9,t} + 0,274D_{11,t} \\
 & + 0,68D_{13,t} + 0,491D_{18,t} - 0,039D_{20,t} + 0,389D_{22,t} - 0,146D_{24,t} \\
 & - 0,042D_{29,t} - 0,139D_{0,t+1} + 0,136D_{2,t+1} + 0,53D_{7,t+1} + 0,177D_{9,t+1} \\
 & + 0,155D_{11,t+1} + 0,346D_{13,t+1} + 0,431D_{18,t+1} + 0,63D_{20,t+1} + 0,135D_{22,t+1} \\
 & + 0,824D_{24,t+1} + 1,18D_{29,t+1} + 0,727M_{1,t} + 0,546M_{2,t} + 0,495M_{3,t} \\
 & + 0,512M_{4,t} + 0,52M_{5,t} + 0,496M_{6,t} + 0,571M_{7,t} + 0,49M_{8,t} + 0,561M_{9,t} \\
 & + 0,579M_{10,t} + 0,291M_{11,t} + 0,463M_{12,t} + 0,186L_{1,t} - 0,846L_{2,t} - 0,0103tL_{1,t} \\
 & + 0,00282tL_{2,t} + 0,00263tM_{1,t} + 0,00074tM_{2,t} + 0,00055tM_{3,t} + 0,00073tM_{4,t} \\
 & + 0,00082tM_{5,t} - 0,00023tM_{6,t} + 0,00012tM_{7,t} + 0,00112tM_{8,t} - 0,00053tM_{9,t} \\
 & - 0,00023tM_{10,t} + 0,00327tM_{11,t} + 0,541I_t^{(95)} + 0,473I_t^{(96)} - 0,618I_t^{(97)} \\
 & + 0,285I_t^{(121)} + u_t
 \end{aligned}$$

■ Level 2

$$\hat{\alpha}_g^* = 1,1 - 0,0415g$$

$$\hat{\gamma}_g^* = -0,04 + 0,0313g \quad (4.29)$$

Model 2

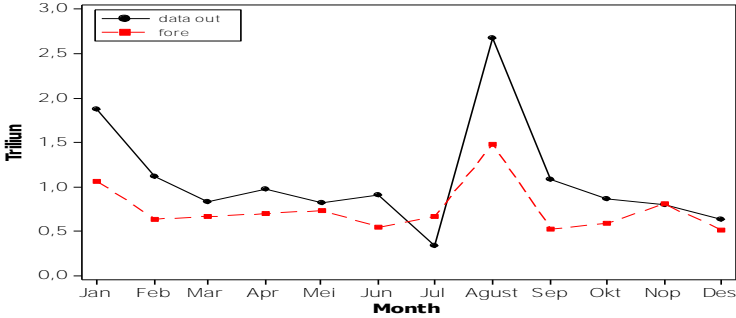
$$\ell_t = 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1}$$

$$y_t^* = \ell_t \quad (4.30)$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,3,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.31)$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,3,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.32)$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.26 berikut.



Gambar 4.26 Data *Actual* vs Ramalan *inflow* tahun 2014 (KPw BI Kediri)

3) Model Hibrida *inflow* uang kartal di KPw BI Jember:

Model 1

■ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{1,4,t} = & 0,00189t + 0,569D_{0,t} - 0,273D_{2,t} + 0,451D_{7,t} + 0,652D_{9,t} \\
 & + 0,323D_{11,t} - 0,56D_{13,t} + 0,317D_{18,t} + 0,118D_{20,t} - 0,358D_{22,t} \\
 & - 1,04D_{24,t} - 0,0856D_{29,t} - 0,41D_{0,t+1} + 0,0393D_{2,t+1} + 0,13D_{7,t+1} \\
 & + 0,124D_{9,t+1} - 0,469D_{11,t+1} + 0,0056D_{13,t+1} + 0,121D_{18,t+1} + 0,278D_{20,t+1} \\
 & - 0,0687D_{22,t+1} + 0,28D_{24,t+1} + 0,813D_{29,t+1} + 0,352M_{1,t} + 0,241M_{2,t} \\
 & + 0,187M_{3,t} + 0,271M_{4,t} + 0,292M_{5,t} + 0,261M_{6,t} + 0,293M_{7,t} + 0,188M_{8,t} \\
 & + 0,275M_{9,t} + 0,271M_{10,t} + 1,26M_{11,t} + 0,392M_{12,t} - 0,0146L_{1,t} - 1,32L_{2,t} \\
 & - 0,00445tL_{1,t} + 0,00881tL_{2,t} + 0,00421tM_{1,t} + 0,00335tM_{2,t} \\
 & + 0,00325tM_{3,t} + 0,00205tM_{4,t} + 0,00214tM_{5,t} + 0,00197tM_{6,t} \\
 & + 0,00162tM_{7,t} + 0,00261tM_{8,t} + 0,00048tM_{9,t} + 0,00154tM_{10,t} \\
 & - 0,00633tM_{11,t} + 0,261I_t^{(95)} + 0,37I_t^{(96)} - 0,347I_t^{(97)} \\
 & - 0,304I_t^{(83)} + 0,275I_t^{(46)} + 0,274I_t^{(61)} + 0,203I_t^{(73)} - 0,188I_t^{(123)} \\
 & + 0,197I_t^{(121)} + 0,156I_t^{(113)} + 0,145I_t^{(108)} + u_t
 \end{aligned} \quad (4.33)$$

- Level 2

$$\begin{aligned}\hat{\alpha}_g^* &= 0,403 - 0,0279g \\ \hat{\gamma}_g^* &= -0,299 + 0,0261g\end{aligned}\quad (4.34)$$

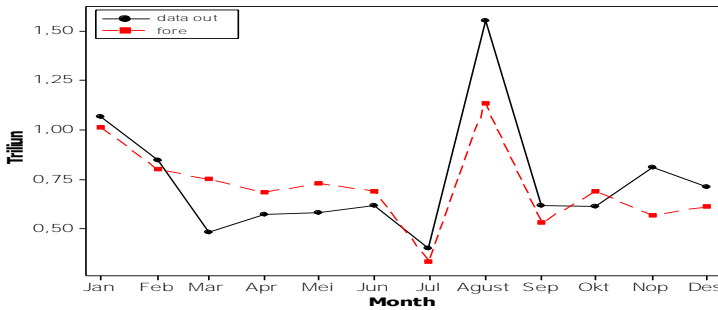
Model 2

$$\begin{aligned}\ell_t &= 0.0001y_t + (1 - 0.0001)\ell_{t-1} \\ \hat{y}_t^* &= \ell_t\end{aligned}\quad (4.35)$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,4,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.36)$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,4,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.37)$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.27 Data *Actual* vs Ramalan *inflow* tahun 2014 (KPw BI Jember)

4) Model Hibrida *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya:

Model 1

- Level 1

$$\begin{aligned}Y_{2,1,t} &= 0,0226t + 0,203D_{0,t} - 0,616D_{2,t} + 2,01D_{7,t} + 1,47D_{9,t} + 2,24D_{11,t} \\ &\quad + 0,929D_{13,t} + 3,75D_{18,t} + 1,47D_{20,t} - 0,287D_{22,t} + 1,29D_{24,t} + 4,42D_{29,t} \\ &\quad + 2,83D_{0,t-1} + 2,9D_{2,t-1} + 3,31D_{7,t-1} + 1,89D_{9,t-1} + 0,838D_{11,t-1} \\ &\quad + 1,74D_{13,t-1} + 1,71D_{18,t-1} - 0,199D_{20,t-1} + 1,72D_{22,t-1} + 1,41D_{24,t-1} \\ &\quad + 0,64D_{29,t-1} - 0,321M_{1,t} - 0,191M_{2,t} - 0,676M_{3,t} - 0,117M_{4,t} - 0,497M_{5,t} \\ &\quad - 0,161M_{6,t} - 0,171M_{7,t} - 0,234M_{8,t} + 0,281M_{9,t} - 1,81M_{10,t} - 0,281M_{11,t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -1,23L_{1,t} - 3,74L_{2,t} - 0,00237tL_{1,t} + 0,02491tL_{2,t} - 0,016tM_{1,t} - 0,013tM_{2,t} \\
& -0,0032tM_{3,t} - 0,00956tM_{4,t} - 0,00519tM_{5,t} - 0,00645tM_{6,t} - 0,0117tM_{7,t} \\
& -0,0129tM_{8,t} - 0,0219tM_{9,t} + 0,0035tM_{10,t} - 0,0109tM_{11,t} - 1,23I_t^{(48)} \\
& -1,03I_t^{(84)} - 1,2I_t^{(96)} + u_t
\end{aligned} \tag{4.38}$$

▪ Level 2

$$\begin{aligned}
\hat{\alpha}_g^* &= 0,318 + 0,0863g \\
\hat{\gamma}_g^* &= 2,85 - 0,0808g
\end{aligned} \tag{4.39}$$

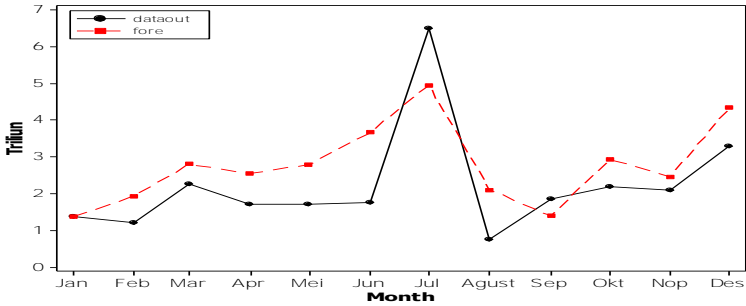
Model 2

$$\begin{aligned}
\ell_t &= 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \\
\hat{y}_t^* &= \ell_t
\end{aligned} \tag{4.40}$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,1,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \tag{4.41}$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,1,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.42}$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.28 berikut.



Gambar 4.28 Data *Actual* vs Ramalan *outflow* tahun 2014 (KPw BI Surabaya)

5) Model Hibrida *outflow* uang kartal di KPw BI Malang:

Model 1

▪ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{2,2,t} = & 0,00817t - 0,046D_{0,t} - 0,071D_{2,t} + 0,533D_{7,t} + 0,331D_{9,t} + 0,231D_{11,t} \\
 & + 0,352D_{13,t} + 1,16D_{18,t} + 0,763D_{20,t} - 0,018D_{22,t} + 0,497D_{24,t} + 1,252D_{29,t} \\
 & + 0,822D_{0,t-1} + 0,668D_{2,t-1} + 0,812D_{7,t-1} + 0,686D_{9,t-1} + 0,271D_{11,t-1} + 0,32D_{13,t-1} \\
 & + 0,63D_{18,t-1} + 0,161D_{20,t-1} + 0,532D_{22,t-1} + 0,178D_{24,t-1} + 0,226D_{29,t-1} - 0,0789M_{1,t} \\
 & - 0,0569M_{2,t} - 0,114M_{3,t} - 0,0288M_{4,t} - 0,0858M_{5,t} + 0,0585M_{6,t} + 0,0414M_{7,t} \\
 & + 0,0072M_{8,t} + 0,164M_{9,t} - 0,219M_{10,t} - 0,165M_{11,t} - 0,0687L_{1,t} - 0,309L_{2,t} \\
 & - 0,00471tL_{1,t} - 0,00117tL_{2,t} - 0,00498tM_{1,t} - 0,00421tM_{2,t} - 0,00243tM_{3,t} \\
 & - 0,00402tM_{4,t} - 0,00294tM_{5,t} - 0,00305tM_{6,t} - 0,00448tM_{7,t} - 0,00516tM_{8,t} \\
 & - 0,00582tM_{9,t} - 0,00134tM_{10,t} - 0,00191tM_{11,t} + 0,464I_t^{(96)} \\
 & - 0,126I_t^{(120)} + 0,386I_t^{(132)} + u_t
 \end{aligned} \tag{4.43}$$

▪ Level 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}_g^* &= 0,318 + 0,0863g \\
 \hat{\gamma}_g^* &= 2,85 - 0,0808g
 \end{aligned} \tag{4.44}$$

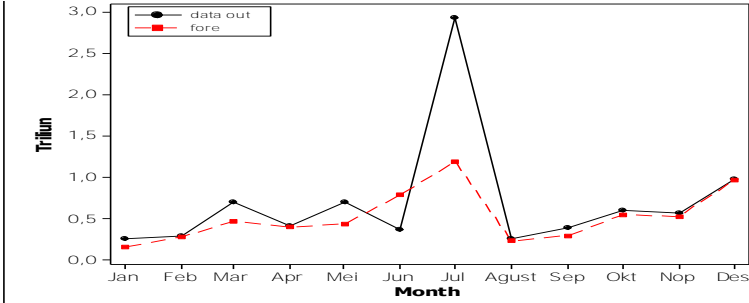
Model 2

$$\begin{aligned}
 \ell_t &= 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \\
 \hat{y}_t^* &= \ell_t
 \end{aligned} \tag{4.45}$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,2,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \tag{4.46}$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,2,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.47}$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.29 berikut.



Gambar 4.29 Data Actual vs Ramalan outflow tahun 2014 (KPw BI Malang)

6) Model Hibrida outflow uang kartal di KPw BI Kediri:

Model 1

■ Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{2,3,t} = & 0,00914t - 0,187D_{0,t} - 0,084D_{2,t} + 0,351D_{7,t} + 0,551D_{9,t} + 0,399D_{11,t} \\
 & + 0,332D_{13,t} + 1,75D_{18,t} + 0,693D_{20,t} - 0,047D_{22,t} + 0,452D_{24,t} + 1,67D_{29,t} \\
 & + 1,24D_{0,t-1} + 1,05D_{2,t-1} + 1,23D_{7,t-1} + 0,627D_{9,t-1} + 0,398D_{11,t-1} + 0,455D_{13,t-1} \\
 & + 0,676D_{18,t-1} + 0,016D_{20,t-1} + 0,672D_{22,t-1} + 0,144D_{24,t-1} + 0,467D_{29,t-1} \\
 & + 0,174M_{1,t} + 0,251M_{2,t} + 0,0655M_{3,t} + 0,347M_{4,t} + 0,142M_{5,t} + 0,436M_{6,t} \\
 & + 0,217M_{7,t} + 0,212M_{8,t} + 0,533M_{9,t} - 0,005M_{10,t} + 0,165M_{11,t} + 0,29M_{12,t} \\
 & - 0,023L_{1,t} - 0,479L_{2,t} - 0,004281tL_{1,t} + 0,00199tL_{2,t} - 0,00618tM_{1,t} \\
 & - 0,00534tM_{2,t} - 0,00152tM_{3,t} - 0,00488tM_{4,t} - 0,00135tM_{5,t} - 0,00138tM_{6,t} \\
 & - 0,00181tM_{7,t} - 0,00303tM_{8,t} - 0,00795tM_{9,t} - 0,00053tM_{10,t} - 0,00327tM_{11,t} \\
 & + 0,398I_t^{(84)} + 0,548I_t^{(96)} - 0,362I_t^{(77)} + 0,426I_t^{(95)} + u_t
 \end{aligned} \tag{4.48}$$

■ Level 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}_g^* &= -0,063 + 0,0424g \\
 \hat{\gamma}_g^* &= 1,08 - 0,0316g
 \end{aligned} \tag{4.49}$$

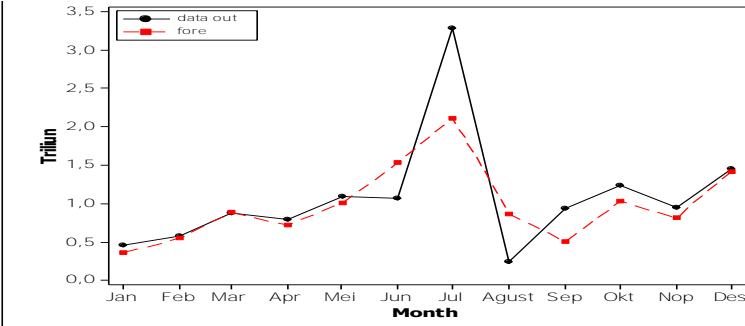
Model 2

$$\begin{aligned}
 \ell_t &= 0,0001y_t + (1 - 0,0001)\ell_{t-1} \\
 \hat{y}_t^* &= \ell_t
 \end{aligned} \tag{4.50}$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,3,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.51)$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,3,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.52)$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.30 berikut.



Gambar 4.30 Data Actual vs Ramalan outflow tahun 2014 (KPw BI Kediri)

7) Model Hibrida outflow uang kartal di KPw BI Jember: Model 1

$$\begin{aligned}
 Y_{2,4,t} = & 0,00396t - 0,196D_{0,t} - 0,0657D_{2,t} - 0,008D_{7,t} + 0,198D_{9,t} - 0,044D_{11,t} \\
 & + 0,0973D_{13,t} + 0,605D_{18,t} + 0,157D_{20,t} + 0,0225D_{22,t} + 0,269D_{24,t} \\
 & + 0,585D_{29,t} + 0,655D_{0,t-1} + 0,319D_{2,t-1} + 0,56D_{7,t-1} + 0,212D_{9,t-1} \\
 & + 0,233D_{11,t-1} + 0,038D_{13,t-1} + 0,404D_{18,t-1} - 0,0369D_{20,t-1} + 0,204D_{22,t-1} \\
 & - 0,09D_{24,t-1} + 0,108D_{29,t-1} + 0,093M_{1,t} + 0,143M_{2,t} + 0,118M_{3,t} + 0,239M_{4,t} \\
 & + 0,121M_{5,t} + 0,244M_{6,t} + 0,183M_{7,t} + 0,121M_{8,t} + 0,216M_{9,t} + 0,243M_{10,t} \\
 & + 0,152M_{11,t} + 0,136M_{12,t} - 0,0853L_{1,t} - 0,819L_{2,t} - 0,00129tL_{1,t} + 0,00623tL_{2,t} \\
 & - 0,00239tM_{1,t} - 0,00215tM_{2,t} - 0,000575tM_{3,t} - 0,00235tM_{4,t} - 0,000823tM_{5,t} \\
 & - 0,000944tM_{6,t} - 0,00115tM_{7,t} - 0,00031tM_{8,t} - 0,00256tM_{9,t} - 0,002tM_{10,t} \\
 & - 0,0017tM_{11,t} + 0,438I_t^{(45)} + 0,294I_t^{(114)} - 0,226I_t^{(96)} \\
 & + 0,195I_t^{(95)} + 0,142I_t^{(77)} + u_t
 \end{aligned} \quad (4.53)$$

■ Level 2

$$\hat{\alpha}_g^* = -0,138 + 0,0202g$$

$$\hat{\gamma}_g^* = 0,485 - 0,0176g \quad (4.54)$$

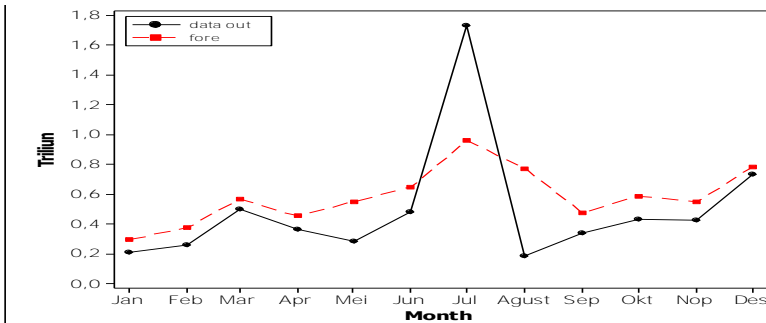
Model 2

$$\begin{aligned}\ell_t &= 0,212y_t + (1 - 0,212)\ell_{t-1} \\ \hat{y}_t^* &= \ell_t\end{aligned}\quad (4.55)$$

$$\text{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,4,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.56)$$

$$\text{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,4,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.57)$$

Hasil perbandingan data *actual* dan nilai ramalan pada data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.29 berikut.



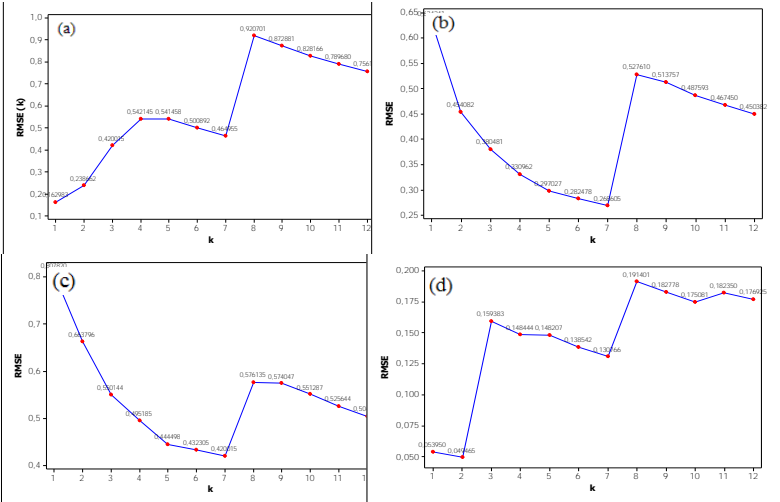
Gambar 4.31 Data *Actual* vs Ramalan *outflow* tahun 2014 (KPw BI Jember)

Berdasarkan hasil gambar plot data *actual* dengan ramalan data *out-sample* di setiap KPw, menghasilkan nilai ramalan yang kurang bagus. Hal ini dikarenakan penggunaan data *out-sample* tahun 2014 belum mampu menangkap efek hari raya Idul Fitri dengan baik. Setelah menganalisis pemodelan hibrida antara model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* dan model variasi kalender (model regresi *time series*), selanjutnya menghitung nilai kebaikan model hibrida melalui nilai RMSE yang dihasilkan. Berikut adalah hasil RMSE pemodelan hibrida antara model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* dan model variasi kalender di masing-masing KPw BI di Jawa Timur.

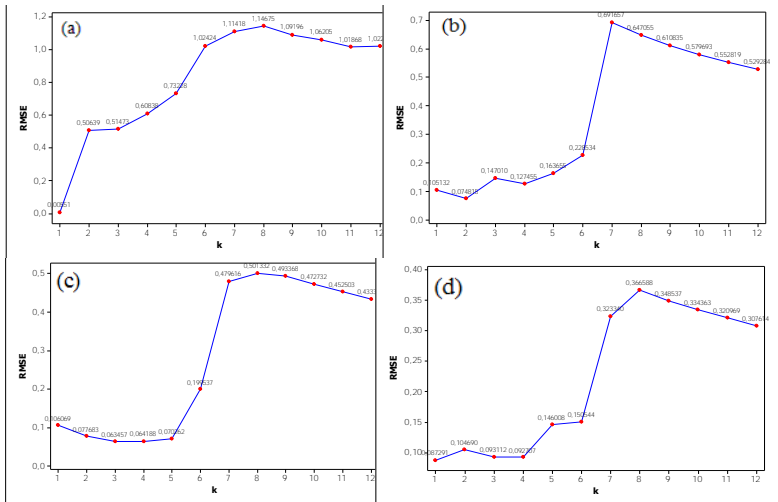
Tabel 4.18 Kebaikan Model Hibrida *Inflow* dan *Outflow* KPw BI Jawa Timur

KPw BI		RMSE	
		<i>In-sample</i>	<i>Out-sample</i>
Surabaya	<i>Inflow</i>	0,189	0,787
	<i>Outflow</i>	0,204	1,022
Malang	<i>Inflow</i>	0,069	0,451
	<i>Outflow</i>	0,056	0,529
Kediri	<i>Inflow</i>	0,064	0,504
	<i>Outflow</i>	0,092	0,433
Jember	<i>Inflow</i>	0,028	0,177
	<i>Outflow</i>	0,045	0,308

Tabel 4.18 menunjukkan perolehan nilai RMSE model hibrida antara model regresi *time series* dan model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space*. Perolehan RMSE tersebut dihitung langsung 12 tahap kedepan. Berikut adalah hasil RMSE *adaptive* model hibrida *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI Jawa Timur.



Gambar 4.32 RMSE *Adaptive* Model Hibrida *Inflow* Uang Kartal (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember



Gambar 4.33 RMSE *Adaptive Model Hibrida Outflow Uang Kartal* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember

Gambar 4.32 dan 4.33 dapat dilihat bahwa nilai RMSE *out-sample* cenderung mengalami kenaikan yang cukup besar pada saat dilakukan peramalan 6 atau 7 tahap kedepan. Hal ini menunjukkan bahwa model hibrida kasus *inflow* uang kartal yang telah diperoleh baik digunakan untuk meramalkan 7 periode kedepan. Sedangkan model hibrida kasus *outflow* uang kartal yang telah diperoleh baik digunakan untuk meramalkan 6 periode kedepan.

4.2.2 Pemodelan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal pada Masing-masing KPw BI di Wilayah Jawa Timur dengan *Time Series Regression*

Pada tahap analisis sebelumnya diperoleh informasi bahwa *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI wilayah Jawa Timur mengalami kenaikan yang tinggi pada bulan-bulan tertentu setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bulan akan memberikan efek yang berbeda pada kenaikan nilai *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI wilayah Jawa Timur.

Dalam hal ini, adanya perayaan hari raya Idul Fitri memberikan pengaruh terhadap kenaikan *inflow* dan *outflow* uang kartal di semua KPw BI wilayah Jawa Timur. Oleh karena itu, efek bulan hari raya idul Fitri akan disertakan pada pemodelan regresi *time series* dalam bentuk variabel *dummy*.

Adapun variabel-variabel *dummy* yang digunakan diantaranya adalah variabel *dummy trend*, *dummy* periode kebijakan BI, *dummy trend* periode, *dummy* bulan, dan *dummy* efek variasi kalender yaitu berdasarkan efek banyaknya hari sebelum tanggal terjadinya hari raya idul Fitri dengan periode satu bulan sebelum (T-1) untuk kasus *outflow* uang kartal, satu bulan sesudah (T+1) untuk kasus *inflow* uang kartal dan bulan saat terjadinya hari raya Idul Fitri (T).

Pertama, akan dilakukan pembentukan model *Time Series regression* untuk *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya. Model regresi *time series* untuk *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya mengikuti persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & 0,0143t + 1,91D_{0,t} + 1,30D_{2,t} + 3,99D_{7,t} + 1,59D_{9,t} + 1,6D_{11,t} \\
 & + 0,361D_{13,t} + 1,17D_{18,t} - 0,784D_{20,t} + 0,516D_{22,t} - 0,92D_{24,t} \\
 & - 0,331D_{29,t} - 0,114D_{0,t+1} + 0,49D_{2,t+1} - 0,061D_{7,t+1} + 0,751D_{9,t+1} \\
 & - 0,051D_{11,t+1} + 0,619D_{13,t+1} + 1,59D_{18,t+1} + 1,62D_{20,t+1} \\
 & - 1,28D_{22,t+1} + 1,53D_{24,t+1} + 3,23D_{29,t+1} + 1,89M_{1,t} + 1,18M_{2,t} \\
 & + 0,905M_{3,t} + 1,02M_{4,t} + 0,973M_{5,t} + 0,843M_{6,t} + 1,04M_{7,t} + 0,922M_{8,t} \\
 & + 1,07M_{9,t} + 1,17M_{10,t} + 1,4M_{11,t} + 0,75M_{12,t} - 1,5L_{1,t} - 1,93L_{2,t} \\
 & + 0,00339tL_{1,t} + 0,0074tL_{2,t} + u_t
 \end{aligned} \tag{4.58}$$

Tabel 4.19 Uji Signifikansi Parameter Model *Time Series Regression Data Inflow* di KPw BI Surabaya (Parameter Awal)

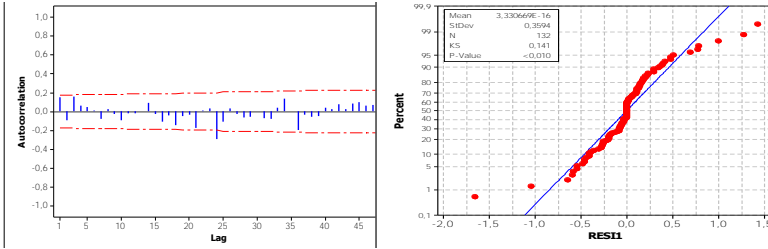
Variabel	Koefisien	SE	T _{hitung}	p-value
<i>t</i>	0,014	0,004	2,88	0,005
<i>D</i> _{0,t}	1,907	0,464	4,10	0,000
<i>D</i> _{2,t}	1,304	0,482	2,71	0,008
<i>D</i> _{7,t}	3,993	0,475	8,40	0,000
<i>D</i> _{9,t}	1,593	0,481	3,31	0,001

Tabel 4.19 (lanjutan) Uji Signifikansi Parameter Model *Time Series Regression* Data *Inflow* di KPw BI Surabaya (Parameter Awal)

Variabel	Koefisien	SE	T _{hitung}	p-value
$D_{1,t}$	1,595	0,469	3,40	0,001
$D_{13,t}$	0,361	0,478	0,75	0,452
$D_{18,t}$	1,170	0,462	2,53	0,013
$D_{20,t}$	-0,783	0,470	-1,67	0,099
$D_{22,t}$	0,516	0,493	1,05	0,298
$D_{24,t}$	-0,920	0,482	-1,91	0,060
$D_{29,t}$	-0,330	0,468	-0,71	0,482
$D_{0,t+1}$	-0,113	0,474	-0,24	0,811
$D_{2,t+1}$	0,490	0,470	1,04	0,300
$D_{7,t+1}$	-0,060	0,486	-0,12	0,901
$D_{9,t+1}$	0,750	0,478	1,57	0,120
$D_{11,t+1}$	-0,050	0,482	-0,10	0,917
$D_{13,t+1}$	0,619	0,465	1,33	0,187
$D_{18,t+1}$	1,586	0,472	3,36	0,001
$D_{20,t+1}$	1,623	0,467	3,47	0,001
$D_{22,t+1}$	-1,277	0,525	-2,43	0,017
$D_{24,t+1}$	1,533	0,469	3,27	0,002
$D_{29,t+1}$	3,225	0,476	6,78	0,000
M_1	1,135	0,213	5,32	0,000
M_2	0,432	0,212	2,03	0,045
M_3	0,155	0,212	0,73	0,467
M_4	0,268	0,211	1,27	0,207
M_5	0,223	0,211	1,06	0,294
M_6	0,092	0,210	0,44	0,662
M_7	0,290	0,210	1,38	0,170
M_8	0,171	0,228	0,75	0,453
M_9	0,318	0,249	1,28	0,205
M_{10}	0,421	0,236	1,78	0,078
M_{11}	0,648	0,251	2,58	0,011
$L_{1,t}$	-1,502	0,385	-3,90	0,000
$L_{2,t}$	-1,931	0,880	-2,19	0,031
$tL_{1,t}$	0,003	0,007	0,48	0,631
$tL_{2,t}$	0,007	0,009	0,82	0,415

Hasil estimasi parameter dan uji signifikansi parameter disajikan pada Tabel 4.19. Hasil uji signifikansi parameter menunjukkan bahwa terdapat beberapa parameter model data *inflow* di KPw BI Surabaya yang tidak memiliki pengaruh signifikan. Parameter yang tidak signifikan tersebut adalah parameter dengan *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi 5%. Selanjutnya dilakukan cek asumsi residual, apakah residual telah

memenuhi asumsi *white noise* dan mengikuti distribusi normal. Berikut ini menunjukkan hasil pengujian asumsi residual dari persamaan (4.46).

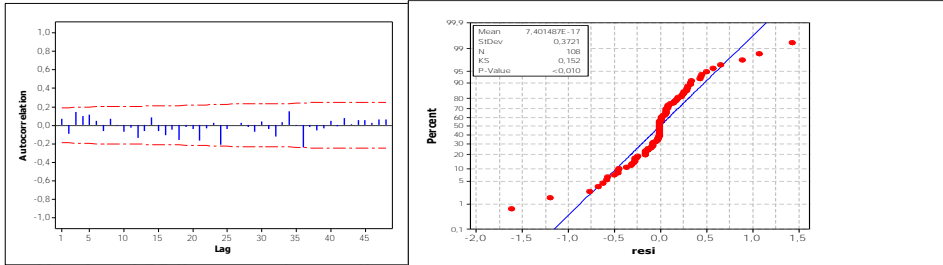


Gambar 4.34 Pengujian Asumsi Residual Persamaan (4.48) Data *Inflow* di KPw BI Surabaya, (a) Pengujian *White Noise*, (b) Pengujian Distribusi Normal

Berdasarkan plot ACF pada Gambar 4.34 (a) maka dapat dilihat bahwa residual belum memenuhi asumsi *white noise*, karena terdapat beberapa lag yang signifikan yaitu lag 1, lag 3 dan lag 24. Selain itu, hasil uji Kolmogorov Smirnov juga menunjukkan bahwa asumsi residual berdistribusi normal belum terpenuhi. Hal ini dikarenakan *p-value* < 0.01 lebih kecil dari taraf signifikansi 5%. Oleh karena itu, perolehan residual yang memenuhi asumsi *white noise* dapat dilakukan dengan cara menambahkan lag-lag yang signifikan tersebut sebagai variabel independen kedalam model. Berikut adalah persamaan model regresi *time series* setelah ditambahkan lag-lag yang signifikan.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & 0,0229t + 2,12D_{0,t} + 1,31D_{2,t} + 4,01D_{7,t} + 1,65D_{9,t} + 1,69D_{11,t} \\
 & + 1,04D_{13,t} - 0,721D_{20,t} + 0,579D_{22,t} - 0,37D_{29,t} - 0,072D_{0,t+1} \\
 & + 0,605D_{2,t+1} + 0,021D_{7,t+1} + 0,99D_{9,t+1} + 0,128D_{11,t+1} \\
 & + 1,78D_{18,t+1} + 2,05D_{20,t+1} - 0,578D_{22,t+1} + 3,23D_{29,t+1} \\
 & + 1,42M_{1,t} + 0,427M_{2,t} + 0,218M_{3,t} + 0,342M_{4,t} + 0,318M_{5,t} \\
 & + 0,159M_{6,t} + 0,425M_{7,t} + 0,287M_{8,t} + 0,436M_{9,t}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +0,491M_{10} + 0,714M_{11} - 0,528L_{1,t} - 1,58L_{2,t} - 0,0123tL_{1,t} \\
& - 0,0019tL_{2,t} + 0,15Y_{1,1,t-1} + 0,078Y_{1,1,t-3} - 0,191Y_{1,1,t-24} + a_t
\end{aligned} \quad (4.59)$$



Gambar 4.35 Pengujian Asumsi Residual Persamaan (4.49) Data *Inflow* di KPw BI Surabaya, (a) Pengujian *White Noise*, (b) Pengujian Distribusi Normal

Setelah ditambahkan lag 1, lag 3 dan lag 24 kedalam model, diperoleh hasil bahwa residual sudah memenuhi asumsi *white noise*, namun residual belum memenuhi asumsi distribusi normal. Hal ini terlihat dari nilai *p-value* < 0.01 tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 5%. Untuk itu perlu dilakukan deteksi *outlier* agar asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi.

Model sementara untuk data *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya ditunjukkan dalam persamaan (4.46). Namun model tersebut belum memenuhi asumsi residual berdistribusi normal. Hal ini diduga akibat adanya *outlier*, sehingga perlu dilakukan deteksi dan identifikasi *outlier* pada model tersebut. Setelah dilakukan deteksi *outlier*, *outlier* yang terdeteksi dan berpengaruh signifikan merupakan *outlier* dengan tipe *additive*. Observasi dengan nilai *t-residual* yang lebih dari 3 dapat dinyatakan sebagai *outlier*. Berikut adalah waktu kejadian terjadinya *outlier* tersebut.

Tabel 4.20 *Outlier* untuk Data *Inflow* di KPw BI Surabaya (TSR)

Observasi	Tipe <i>Outlier</i>	Bulan
83	<i>Additive Outlier</i>	Nopember 2009
95	<i>Additive Outlier</i>	Nopember 2010
97	<i>Additive Outlier</i>	Januari 2011
121	<i>Additive Outlier</i>	Januari 2013

Observasi *outlier* yang terjadi tersebut diduga karena adanya perubahan kebijakan BI yang berkaitan dengan penarikan serta penyeteroran. Selanjutnya, *outlier-outlier* yang terdeteksi tersebut lalu dimasukkan kedalam model. Kemudian dilakukan estimasi parameter kembali, pengujian signifikansi parameter dan pengujian asumsi residual yang terdiri dari uji asumsi *white noise*, dan uji asumsi distribusi normal.

Setelah dilakukan estimasi paramater dengan memasukkan kejadian *outlier* dalam model, diperoleh residual yang telah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Namun ternyata terdapat beberapa parameter model yang tidak signifikan. Untuk itu dilakukan eliminasi parameter sehingga diperoleh model dengan semua parameter yang telah signifikan. Berikut adalah model data *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya yang telah dimasukkan data *outlier* dan semua parameter model telah signifikan.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,1,t} = & 0,00944t + 2,07D_{0,t} + 1,56D_{2,t} + 4,35D_{7,t} + 1,9D_{9,t} + 1,75D_{11,t} + 0,55D_{13,t} \\
 & + 1,13D_{18,t} + 0,702D_{22,t} - 0,778D_{24,t} + 0,759D_{9,t+1} + 1,65D_{18,t+1} + 1,91D_{20,t+1} \\
 & - 1,32D_{22,t+1} + 1,5D_{24,t+1} + 3,41D_{29,t+1} + 1,65M_{1,t} + 0,791M_{2,t} + 0,672M_{3,t} \\
 & + 0,742M_{4,t} + 0,766M_{5,t} + 0,681M_{6,t} + 0,891M_{7,t} + 0,693M_{8,t} + 0,741M_{9,t} \\
 & + 0,866M_{10,t} + 0,936M_{11,t} + 0,583M_{12,t} - 0,963L_{1,t} - 0,00706u_{2,t} + 0,156Y_{1,1,t-1} \\
 & + 0,117Y_{1,1,t-3} + 1,7I_t^{(95)} - 1,98I_t^{(97)} - 0,884I_t^{(83)} + 1,56I_t^{(121)} + a_t \quad (4.60)
 \end{aligned}$$

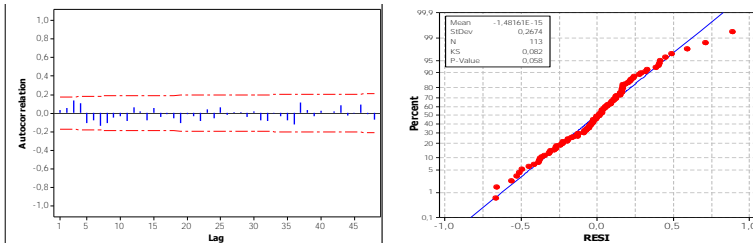
Tabel 4.21 Uji Signifikansi Parameter Model *Time Series Regression* Data *Inflow* di KPw BI Surabaya (Signifikan)

Variabel	Koefisien	SE	T _{hitung}	p-value
t	0,009	0,002	3,52	0,001
$D_{0,t}$	2,066	0,321	6,44	0,000
$D_{2,t}$	1,562	0,333	4,69	0,000
$D_{7,t}$	4,346	0,316	13,72	0,000
$D_{9,t}$	1,904	0,319	5,97	0,000
$D_{11,t}$	1,754	0,324	5,40	0,000

Tabel 4.21 (lanjutan) Uji Signifikansi Parameter Model *Time Series Regression*
Data *Inflow* di KPw BI Surabaya (Signifikan)

Variabel	Koefisien	SE	T _{hitung}	p-value
$D_{13,t}$	0,550	0,330	1,67	0,049
$D_{18,t}$	1,129	0,316	3,57	0,001
$D_{22,t}$	0,702	0,334	2,10	0,039
$D_{24,t}$	-0,778	0,331	-2,35	0,021
$D_{9,t+1}$	0,759	0,326	2,32	0,022
$D_{18,t+1}$	1,654	0,317	5,22	0,000
$D_{20,t+1}$	1,913	0,325	5,87	0,000
$D_{22,t+1}$	-1,324	0,317	-4,18	0,000
$D_{24,t+1}$	1,501	0,320	4,69	0,000
$D_{29,t+1}$	3,408	0,321	10,60	0,000
M_1	1,650	0,158	10,40	0,000
M_2	0,791	0,161	4,91	0,000
M_3	0,671	0,137	4,90	0,000
M_4	0,742	0,141	5,24	0,000
M_5	0,766	0,131	5,83	0,000
M_6	0,680	0,128	5,31	0,000
M_7	0,891	0,128	6,92	0,000
M_8	0,693	0,137	5,05	0,000
M_9	0,741	0,147	5,02	0,000
M_{10}	0,865	0,162	5,33	0,000
M_{11}	0,936	0,193	4,84	0,000
M_{12}	0,582	0,165	3,52	0,001
$L_{1,t}$	-0,962	0,154	-6,25	0,000
$tL_{2,t}$	-0,007	0,002	-3,32	0,001
$Y_{1,1,t-1}$	0,155	0,043	3,55	0,001
$Y_{1,1,t-3}$	0,116	0,040	2,86	0,005
$OA83$	-0,884	0,333	-2,65	0,009
$OA95$	1,702	0,332	5,12	0,000
$OA97$	-1,982	0,315	-6,28	0,000
$OA121$	1,563	0,322	4,84	0,000

Parameter-parameter yang disajikan dalam Tabel 4.21 merupakan parameter yang berpengaruh signifikan dalam model *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya. Hal ini terlihat dari nilai *p-value* pada setiap parameter yang ada lebih kecil dari taraf signifikansi 5%. Berdasarkan tabel tersebut juga diketahui bahwa setelah dilakukan eliminasi parameter ternyata lag 24 ($Y_{1,1,t-24}$) tidak berpengaruh signifikan, sehingga tereliminasi dari model. Berikut ini adalah hasil pengujian asumsi residual dari persamaan (4.47).



Gambar 4.36 Pengujian Asumsi Residual Persamaan (4.48) Data *Inflow* di KPw BI Surabaya, (a) Pengujian *White Noise*, (b) Pengujian Distribusi Normal

Berdasarkan plot ACF pda Gambar 4.36 (a) terlihat bahwa residual sudah memenuhi asumsi *white noise*. Kemudian hasil uji Kolmogorov Smirnov juga menunjukkan bahwa asumsi residual berdistribusi normal juga terpenuhi dimana *p-value* 0.058 lebih besar dari taraf signifikansi 5%. Selanjutnya melakukan peramalan untuk data *outsample inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya. Dalam hal ini dilakukan pemodelan regresi level 2 untuk peramalan bulan Juli dan Agustus tahun 2014, dimana bulan tersebut merupakan bulan terjadinya hari raya Idul Fitri dan bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri. Model linier yang terbentuk dapat dijelaskan sebagai berikut.

- i. Untuk meramalkan efek *inflow* uang kartal pada saat bulan terjadinya hari raya Idul Fitri.

$$\hat{\alpha}_g = 2,77 - 0,11g \quad (4.61)$$

- ii. Untuk meramalkan efek *inflow* uang kartal satu bulan setelah terjadinya hari raya Idul Fitri.

$$\hat{\gamma}_g = -0,47 + 0,088g \quad (4.62)$$

Pada data *out-sample*, hari raya Idul Fitri pada tahun 2014 terjadi pada tanggal 28-29 Juli, sehingga nilai ramalan efek hari raya Idul Fitri khususnya pada tanggal 28 di bulan Juli dan Agustus secara manual adalah sebagai berikut.

- Bulan Juli ($g=27$)
 $\hat{\alpha}_g = 2,77 - 0,11g$
 $= 2,77 - 0,11(27)$
 $= -0,2$
- Bulan Agustus ($g=27$)
 $\hat{\gamma}_g = -0,47 + 0,088g$
 $= -0,47 + 0,088(27)$
 $= 1,906$

Tabel 4.22 Perhitungan Nilai Ramalan *Inflow* Uang Kartal KPw BI Surabaya

Bulan	Ramalan		Jumlah	Error
	Model (L1)	Model (L2)		
Januari	2,346	-	2,346	1,861
Febuari	1,326	-	1,326	0,416
Maret	1,120	-	1,120	0,044
April	1,065	-	1,065	0,013
Mei	1,091	-	1,091	0,133
Juni	1,008	-	1,008	0,248
Juli	1,221	-0,2	1,021	0,311
Agustus	1,026	1,906	2,932	16,601
September	1,075	-	1,075	1,000
Oktober	1,202	-	1,202	1,091
Nopember	1,275	-	1,275	0,327
Desember	0,924	-	0,924	0,133

Tabel 4.22 menunjukkan perhitungan nilai ramalan *Inflow* Uang Kartal KPw BI Surabaya menggunakan metode *Time Series Regression*. Pamodelan regresi *time series* yang digunakan adalah dua level. Sehingga untuk menghitung nilai ramalan untuk metode TSR dapat menjumlahkan nilai ramalan pada level 1 dan level 2. Berikut ini merupakan model *Time Series Regression inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Malang, Kediri, dan Jember.

1. KPw BI Surabaya

▪ *Outflow*

Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{2,1,t}^1 = & -1,08D_{0,t} - 0,986D_{2,t} + 0,913D_{9,t} + 1,91D_{18,t} + 3,68D_{29,t} \\
 & + 2,55D_{0,t-1} + 1,46D_{2,t-1} + 2,37D_{7,t-1} + 2,19D_{9,t-1} + 1,29D_{18,t-1} \\
 & + 0,558M_{1,t} + 0,769M_{2,t} + 0,93M_{3,t} + 0,948M_{4,t} + 0,94M_{5,t} \\
 & + 1,09M_{6,t} + 0,958M_{7,t} + 0,734M_{8,t} + 0,696M_{9,t} + 1,06M_{10,t} \\
 & + 0,874M_{11,t} + 1,27M_{12,t} - 0,65L_{1,t} - 3,05L_{2,t} + 0,0286tL_{2,t} \\
 & + 0,4Y_{2,1,t-12} + 2,26I_t^{(96)} + a_t
 \end{aligned} \tag{4.63}$$

Level 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}_g^* &= -1,04 + 0,166g \\
 \hat{\gamma}_g^* &= 2,28 - 0,043g
 \end{aligned} \tag{4.64}$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,1,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \tag{4.65}$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,1,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.66}$$

2. KPw BI Malang

▪ *Inflow*

Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{1,2,t}^1 = & 0,00698t + 0,792D_{0,t} + 0,498D_{2,t} + 1,3D_{7,t} + 0,642D_{9,t} \\
 & + 0,302D_{11,t} + 0,314D_{13,t} + 0,399D_{18,t} + 0,271D_{22,t} - 0,287D_{29,t} \\
 & + 0,225D_{13,t+1} + 0,55D_{20,t+1} + 1,02D_{29,t+1} + 0,426M_{1,t} + 0,228M_{2,t} \\
 & + 0,172M_{3,t} + 0,142M_{4,t} + 0,153M_{5,t} + 0,0995M_{6,t} + 0,169M_{7,t} \\
 & + 0,141M_{8,t} + 0,129M_{9,t} + 0,105M_{10,t} + 0,137M_{11,t} - 0,341L_{2,t} \\
 & - 0,00586tL_{1,t} + 0,217Y_{1,1,t-1} + 0,14Y_{1,1,t-2} - 0,109Y_{1,1,t-16} \\
 & + 0,847I_t^{(95)} + 0,495I_t^{(96)} - 0,856I_t^{(97)} + 0,735I_t^{(121)} + a_t
 \end{aligned} \tag{4.67}$$

Level 2

$$\begin{aligned}\hat{\alpha}_g^* &= 0,892 - 0,0342g \\ \hat{\gamma}_g^* &= -0,431 + 0,0498g\end{aligned}\quad (4.68)$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,2,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.69)$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,2,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.70)$$

▪ *Outflow*

Level 1

$$\begin{aligned}Y_{2,2,t}^1 &= 0,00364t + 0,373D_{7,t} + 0,301D_{9,t} + 0,263D_{13,t} \\ &\quad + 1,02D_{18,t} + 0,745D_{20,t} + 0,383D_{24,t} + 1,12D_{29,t} + 0,817D_{0,t-1} \\ &\quad + 0,503D_{2,t-1} + 0,695D_{7,t-1} + 0,63D_{9,t-1} + 0,279D_{11,t-1} + 0,534D_{18,t-1} \\ &\quad + 0,403D_{22,t-1} + 0,0993M_{1,t} + 0,16M_{2,t} + 0,228M_{3,t} + 0,254M_{4,t} \\ &\quad + 0,203M_{5,t} + 0,366M_{6,t} + 0,3M_{7,t} + 0,202M_{8,t} + 0,295M_{9,t} \\ &\quad + 0,304M_{10,t} + 0,239M_{11,t} + 0,482M_{12,t} - 0,344L_{2,t} - 0,00491tL_{1,t} \\ &\quad + 0,0627Y_{2,2,t-8} + 0,63I_t^{(96)} + 0,637I_t^{(132)} + a_t\end{aligned}\quad (4.71)$$

Level 2

$$\begin{aligned}\hat{\alpha}_g^* &= 0,082 + 0,0303g \\ \hat{\gamma}_g^* &= 0,68 - 0,013g\end{aligned}\quad (4.72)$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,2,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.73)$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,2,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.74)$$

3. KPw BI Kediri

▪ *Inflow*

Level 1

$$\begin{aligned}
Y_{1,3t}^1 = & 0,758t + 0,759D_{2,t} + 1,56D_{7,t} + 0,71D_{9,t} \\
& + 0,269D_{11,t} + 0,434D_{13,t} + 0,534D_{18,t} + 0,304D_{22,t} \\
& - 0,473D_{24,t} - 0,254D_{0,t+1} + 0,216D_{2,t+1} + 0,448D_{7,t+1} \\
& + 0,385D_{13,t+1} + 0,357D_{18,t+1} + 0,575D_{20,t+1} + 0,821D_{24,t+1} \\
& + 1,1D_{29,t+1} + 0,92M_{1,t} + 0,648M_{2,t} + 0,586M_{3,t} + 0,616M_{4,t} \\
& + 0,632M_{5,t} + 0,54M_{6,t} + 0,638M_{7,t} + 0,613M_{8,t} + 0,609M_{9,t} \\
& + 0,649M_{10,t} + 0,691M_{11,t} + 0,507M_{12,t} - 0,891L_{2,t} \\
& - 0,00498tL_{1,t} + 0,00633tL_{2,t} + 0,46I_t^{(95)} + 0,436I_t^{(96)} \\
& - 0,518I_t^{(97)} + 0,447I_t^{(121)} + a_t
\end{aligned} \tag{4.75}$$

Level 2

$$\begin{aligned}
\hat{\alpha}_g^* &= 1,06 - 0,0443g \\
\hat{\gamma}_g^* &= -0,035 + 0,0348g
\end{aligned} \tag{4.76}$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,3,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \tag{4.77}$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,3,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.78}$$

■ *Outflow*

Level 1

$$\begin{aligned}
Y_{2,3t}^1 = & 0,00218t + 0,418D_{7,t} + 0,388D_{11,t} + 0,456D_{13,t} \\
& + 1,75D_{18,t} + 0,394D_{20,t} + 0,534D_{24,t} + 1,67D_{29,t} \\
& + 0,972D_{0,t-1} + 1,13D_{2,t-1} + 1,53D_{7,t-1} + 0,517D_{9,t-1} \\
& + 0,485D_{13,t-1} + 0,83D_{18,t-1} + 0,834D_{22,t-1} + 0,607D_{29,t-1} \\
& - 0,18M_{1,t} + 0,201M_{4,t} + 0,143M_{5,t} + 0,527M_{6,t} + 0,201M_{7,t} \\
& + 0,171M_{8,t} + 0,214M_{9,t} + 0,378M_{12,t} \\
& + 0,192Y_{2,3,t-3} + 0,115Y_{2,3,t-5} - 0,504I_t^{(84)} \\
& + 0,476I_t^{(96)} + a_t
\end{aligned} \tag{4.79}$$

Level 2

$$\hat{\alpha}_g^* = 0,014 + 0,0452g$$

$$\hat{\gamma}_g^* = 1,07 - 0,0164g \quad (4.80)$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,3,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.81)$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,3,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.82)$$

4. KPw BI Jember

▪ *Inflow*

Level 1

$$\begin{aligned} Y_{1,4,t}^1 = & 0,00658t + 0,622D_{0,t} + 0,431D_{2,t} + 0,526D_{7,t} \\ & + 0,544D_{9,t} + 0,396D_{11,t} + 0,286D_{13,t} + 0,345D_{18,t} \\ & + 0,121D_{13,t+1} + 0,286D_{20,t+1} + 0,521D_{24,t+1} \\ & + 0,73D_{29,t+1} + 0,382M_{1,t} + 0,0587M_{2,t} + 0,0411M_{4,t} \\ & + 0,107M_{5,t} + 0,0568M_{7,t} + 0,0449M_{11,t} - 0,549L_{2,t} \\ & - 0,00552tL_{1,t} + 0,149Y_{1,4,t-1} + 0,108Y_{1,4,t-2} + 0,113Y_{1,4,t-3} \\ & - 0,263I_t^{(25)} - 0,288I_t^{(37)} + 0,38I_t^{(95)} + 0,189I_t^{(96)} \\ & - 0,52I_t^{(97)} + a_t \end{aligned} \quad (4.83)$$

Level 2

$$\hat{\alpha}_g^* = 0,57 - 0,014g$$

$$\hat{\gamma}_g^* = -0,42 + 0,0388g \quad (4.84)$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,4,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \quad (4.85)$$

$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{1,4,t}^1 + \hat{y}_t^* \quad (4.86)$$

▪ *Outflow*

Level 1

$$\begin{aligned}
 Y_{2,4t}^1 = & 0,00254t - 0,181D_{0,t} + 0,712D_{18,t} + 0,276D_{24,t} \\
 & + 0,673D_{29,t} + 0,615D_{0,t-1} + 0,371D_{2,t-1} + 0,563D_{7,t-1} \\
 & + 0,245D_{9,t-1} + 0,222D_{11,t-1} + 0,406D_{18,t-1} + 0,249D_{22,t-1} \\
 & + 0,0898M_2 + 0,163M_3 + 0,171M_4 + 0,137M_5 + 0,263M_6 \\
 & + 0,2M_7 + 0,203M_8 + 0,163M_9 + 0,172M_{10} + 0,142M_{11} + 0,219M_{12} \\
 & - 0,161L_{1,t} - 0,83L_{2,t} + 0,00643tL_{2,t} + 0,44I_t^{(45)} + 0,229I_t^{(96)} \\
 & + 0,318I_t^{(114)} + a_t
 \end{aligned} \tag{4.87}$$

Level 2

$$\begin{aligned}
 \hat{\alpha}_g^* &= -0,098 + 0,0264g \\
 \hat{\gamma}_g^* &= 0,49 - 0,011g
 \end{aligned} \tag{4.88}$$

$$\textbf{Ramalan 1 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,4,t}^1 + \hat{\alpha}_g^* + \hat{\gamma}_g^* + \hat{y}_t^* \tag{4.89}$$

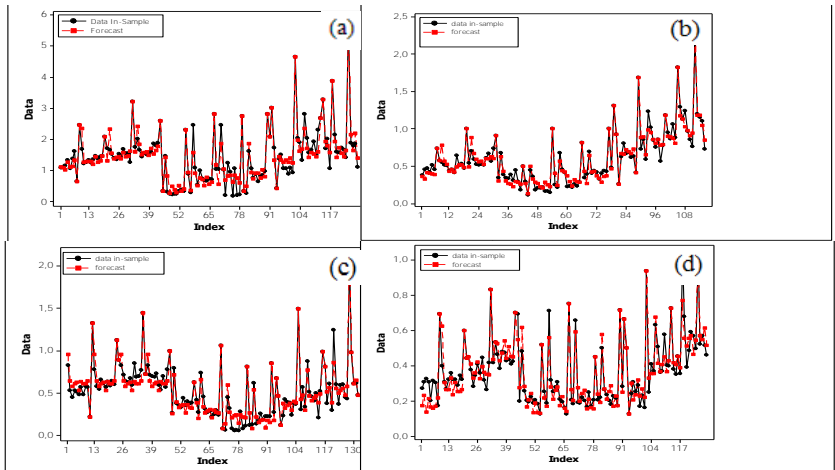
$$\textbf{Ramalan 2 } \hat{Y}_t = \hat{Y}_{2,4,t}^1 + \hat{y}_t^* \tag{4.90}$$

Berikut adalah nilai RMSE ketika menggunakan model *time series regression*.

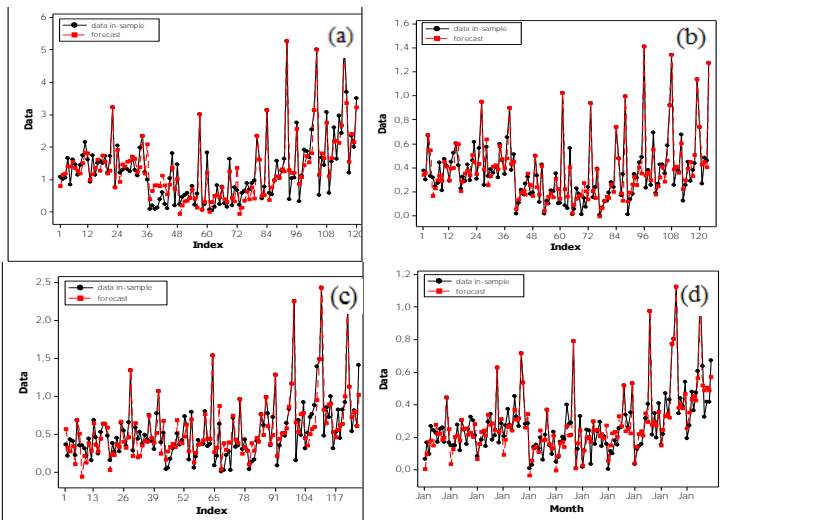
Tabel 4.23 Kebaikan Model *Time Series Regression Inflow* dan *Outflow* KPw BI Jawa Timur

KPw BI		RMSE	
		<i>In-sample</i>	<i>Out-sample</i>
Surabaya	<i>Inflow</i>	0,249	1,359
	<i>Outflow</i>	0,346	1,189
Malang	<i>Inflow</i>	0,082	0,705
	<i>Outflow</i>	0,077	0,498
Kediri	<i>Inflow</i>	0,085	0,491
	<i>Outflow</i>	0,153	0,642
Jember	<i>Inflow</i>	0,065	0,284
	<i>Outflow</i>	0,063	0,274

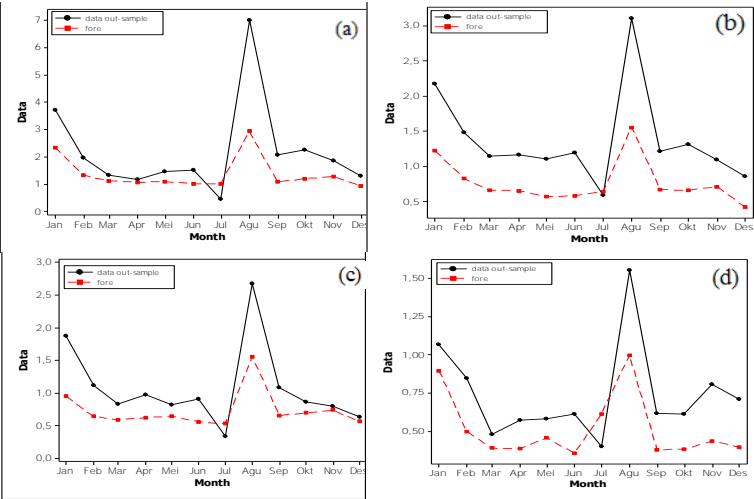
Perbandingan data *actual* dan nilai ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal dapat dilihat pada Gambar berikut.



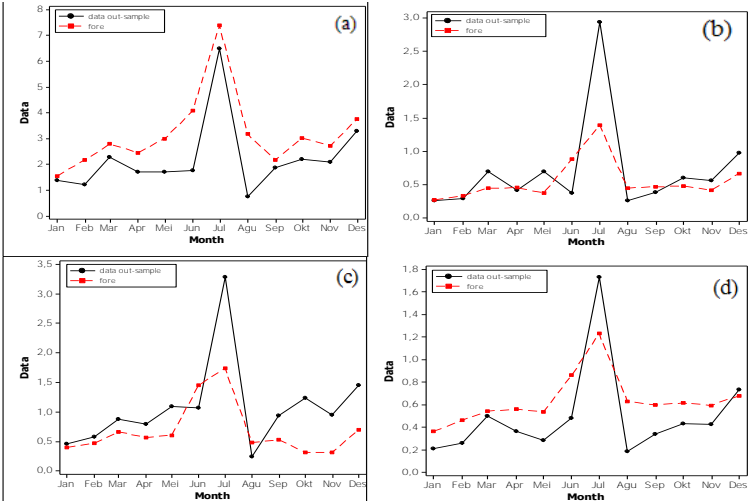
Gambar 4.37 Data Aktual *Inflow In Sample* dan Hasil Peramalan dengan Metode *Time Series Regression* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember



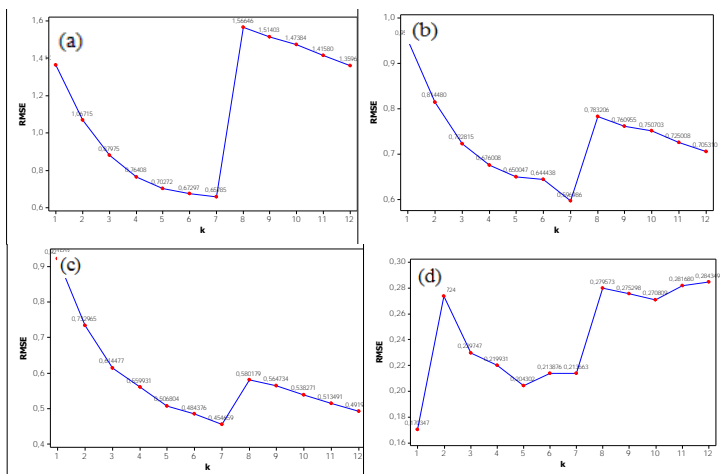
Gambar 4.38 Data Aktual *Outflow In Sample* dan Hasil Peramalan dengan Metode *Time Series Regression* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Kediri (c) KPw BI Malang (d) KPw BI Jember



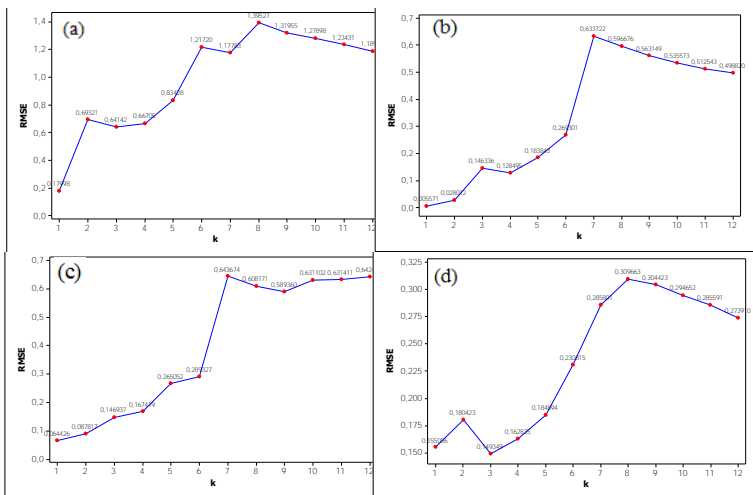
Gambar 4.39 Data Aktual *Inflow* Out Sample dan Hasil Peramalan dengan Metode *Time Series Regression* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Kediri (c) KPw BI Malang (d) KPw BI Jember



Gambar 4.40 Data Aktual *Outflow* Out Sample dan Hasil Peramalan dengan Metode *Time Series Regression* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Kediri (c) KPw BI Malang (d) KPw BI Jember



Gambar 4.41 RMSE Adaptif Model *Time Series Regression Inflow Uang Kartal* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember



Gambar 4.42 RMSE Adaptif Model *Time Series Regression Outflow Uang Kartal* (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember

Tabel 4.24 RMSE *Adaptive Inflow* Uang Kartal Metode TSR

Bulan	KPw BI			
	Surabaya	Malang	Kediri	Jember
1	1,3642	0,9521	0,9215	0,1703
2	1,0671	0,8145	0,7330	0,2737
3	0,8798	0,7228	0,6145	0,2297
4	0,7641	0,6760	0,5599	0,2199
5	0,7027	0,6500	0,5068	0,2043
6	0,6730	0,6444	0,4844	0,2139
7	0,6578	0,5970	0,4547	0,2137
8	1,5665	0,7832	0,5802	0,2796
9	1,5140	0,7610	0,5647	0,2753
10	1,4738	0,7507	0,5383	0,2708
11	1,4158	0,7250	0,5135	0,2817
12	1,3596	0,7053	0,4920	0,2843

Tabel 4.25 RMSE *Adaptive Outflow* Uang Kartal Metode TSR

Periode	KPw BI			
	Surabaya	Malang	Kediri	Jember
1	0,1800	0,0056	0,0644	0,1551
2	0,6932	0,0280	0,0878	0,1804
3	0,6414	0,1463	0,1469	0,1493
4	0,6670	0,1285	0,1674	0,1628
5	0,8343	0,1838	0,2651	0,1849
6	1,2172	0,2693	0,2893	0,2308
7	1,1778	0,6337	0,6437	0,2858
8	1,3953	0,5967	0,6082	0,3097
9	1,3196	0,5631	0,5894	0,3044
10	1,2790	0,5356	0,6311	0,2947
11	1,2343	0,5125	0,6314	0,2856
12	1,1894	0,4988	0,6424	0,2739

Gambar 4.41 dan 4.42 dapat dilihat bahwa nilai RMSE *out-sample* cenderung mengalami kenaikan yang cukup besar pada saat dilakukan peramalan 6 atau 7 tahap kedepan. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi *time series* kasus *inflow* uang kartal yang telah diperoleh baik digunakan untuk meramalkan 7 periode kedepan. Sedangkan model regresi *time series* kasus *outflow* uang kartal yang telah diperoleh baik digunakan untuk meramalkan 6 periode kedepan.

4.3 Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di Wilayah Jawa Timur

Setelah dilakukan pemodelan *inflow* dan *outflow* uang kartal pada masing-masing KPw BI wilayah Jawa Timur dengan menggunakan dua metode, maka pada tahap ini akan dipilih model terbaik untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal pada masing-masing KPw BI periode berikutnya.

Tabel 4.26 Pemilihan Model Terbaik

KPw BI		Metode	RMSE <i>in-sample</i>	RMSE <i>out-sample</i>
Surabaya	<i>Inflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,189 0,249	0,787 1,359
	<i>Outflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,204 0,346	1,022 1,189
Malang	<i>Inflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,069 0,082	0,451 0,705
	<i>Outflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,056 0,077	0,529 0,498
Kediri	<i>Inflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,064 0,085	0,504 0,491
	<i>Outflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,092 0,153	0,433 0,642
Jember	<i>Inflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,028 0,065	0,177 0,284
	<i>Outflow</i>	Hibrida Regresi <i>Time Series</i>	0,045 0,063	0,308 0,274

Berdasarkan Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa pemodelan hibrida antara model *exponential smoothing* dengan pendekatan *state space* dengan model variasi kalender merupakan model terbaik untuk peramalan *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, *inflow* uang kartal di KPw BI Malang, *inflow* uang kartal di KPw BI Jember serta *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya dan *outflow* uang kartal di KPw BI Kediri. Sedangkan pemodelan regresi *time series* merupakan model terbaik untuk peramalan *outflow* uang kartal di KPw BI Malang, *inflow* uang kartal di KPw BI Kediri dan *outflow* uang kartal di KPw BI Jember.

Berdasarkan nilai RMSE *adaptive* yang diperoleh, maka model yang terpilih akan digunakan untuk meramalkan 7 periode pada kasus *inflow* uang kartal dan 6 periode pada kasus *outflow*

uang kartal. Sedangkan untuk meramalkan periode berikutnya menggunakan model baru dengan melibatkan data hasil ramalan 7 periode atau 6 periode yang telah diperoleh pada model sebelumnya. Hasil peramalan untuk *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, Malang, Kediri dan Jember ditunjukkan pada Tabel 4.27. Sedangkan hasil peramalan untuk *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, Malang, Kediri dan Jember ditunjukkan pada Tabel 4.28.

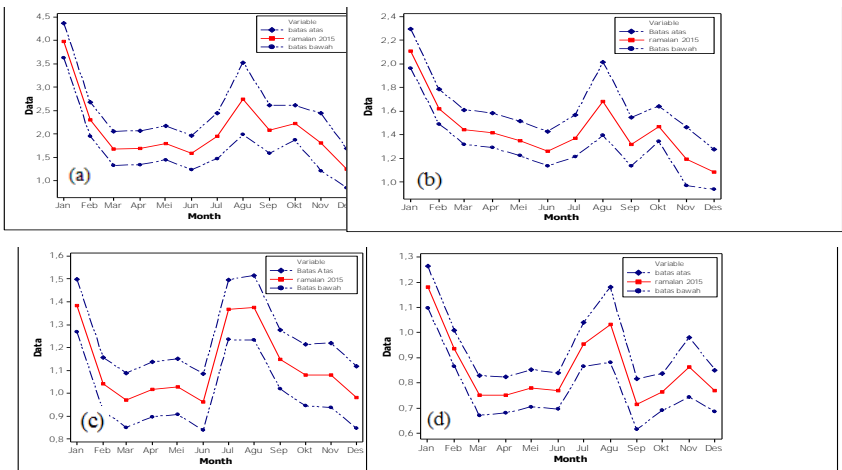
Tabel 4.27 Hasil Peramalan *Inflow* Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur Tahun 2015 (dalam Triliun Rupiah)

Bulan	KPw BI			
	Surabaya	Malang	Kediri	Jember
Januari	3,9756	2,1103	1,3829	1,1803
Februari	2,2950	1,6177	1,0401	0,9366
Maret	1,6744	1,4441	0,9690	0,7494
April	1,6896	1,4152	1,0172	0,7513
Mei	1,7951	1,3474	1,0285	0,7787
Juni	1,5875	1,2602	0,9618	0,7673
Juli	1,9418	1,3695	1,3657	0,9528
Agustus	2,7752	1,6862	1,3744	1,0305
September	2,0947	1,3203	1,1470	0,7149
Oktober	2,2412	1,4718	1,0786	0,7633
Nopember	1,8104	1,1943	1,0787	0,8620
Desember	1,2635	1,0845	0,9822	0,7682

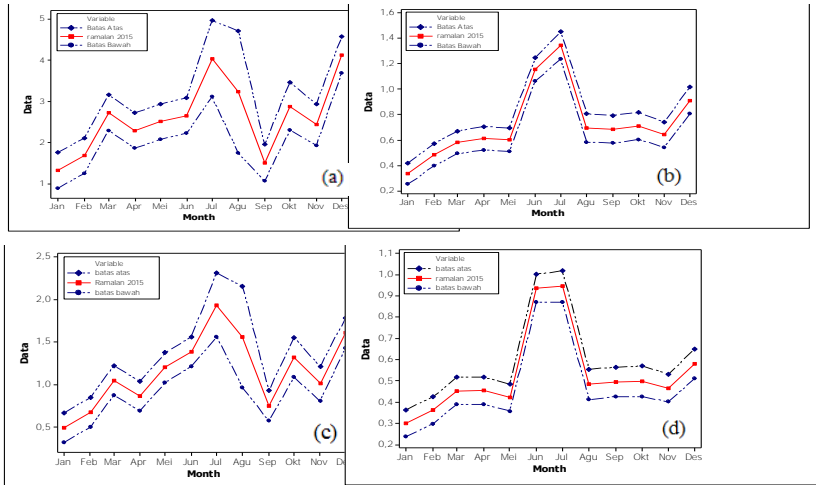
Tabel 4.28 Hasil Peramalan *Outflow* Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur Tahun 2015 (dalam Triliun Rupiah)

Bulan	KPw BI			
	Surabaya	Malang	Kediri	Jember
Januari	1,3181	0,3339	0,4945	0,3003
Februari	1,6783	0,4839	0,6735	0,3611
Maret	2,7256	0,5815	1,0444	0,4531
April	2,2881	0,6135	0,8620	0,4536
Mei	2,5095	0,6030	1,1974	0,4211
Juni	2,6534	1,1580	1,3867	0,9380
Juli	4,0401	1,3446	1,9307	0,9461
Agustus	3,2318	0,6950	1,5564	0,4840
September	1,5049	0,6837	0,7493	0,4956
Oktober	2,8804	0,7110	1,3183	0,4985
Nopember	2,4327	0,6421	1,0091	0,4665
Desember	4,1348	0,9117	1,6027	0,5807

Secara umum hasil ramalan yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan hasil *M3 competition*. Hasil yang pertama menyebutkan bahwa metode *time series* yang kompleks dan memiliki tingkat kerumitan tidak selalu memberikan nilai peramalan yang lebih akurat daripada metode yang sederhana. Hal ini ditunjukkan oleh penggunaan metode regresi *time series* memberikan hasil yang lebih baik untuk 3 variabel yaitu *outflow* uang kartal di KPw BI Malang, Jember dan *inflow* uang kartal di KPw BI Kediri. Sedangkan penggunaan metode hibrida memberikan hasil yang lebih baik untuk 5 variabel yaitu *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, Malang, Jember serta *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya dan Kediri yang didukung oleh hasil *M3 competition* yang ketiga, menyatakan bahwa metode hibrida (gabungan) beberapa metode peramalan akan memberikan tingkat akurasi yang lebih baik. Jika divisualisasikan dalam bentuk grafik, maka peramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di masing-masing KPw BI Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 4.43 dan 4.44 berikut.



Gambar 4.43 Plot Hasil Ramalan *Inflow* Uang Kartal Tahun 2015 (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember



Gambar 4.44 Plot Hasil Ramalan *Outflow* Uang Kartal Tahun 2015 (a) KPw BI Surabaya (b) KPw BI Malang (c) KPw BI Kediri (d) KPw BI Jember

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Model hibrida yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Jawa Timur adalah model regresi *time series* 2 level yaitu model 1 dengan penanganan *outlier* dan model 2 dengan menggunakan model ETS (A,N,N).
2. Model regresi *time series* yang sesuai untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPw BI Jawa Timur adalah model regresi *time series* 2 level dengan pengaruh yang signifikan dari efek musiman, hari raya Idul Fitri serta pengaruh kebijakan Bank Indonesia dalam hal penarikan dan penyetoran uang kartal.
3. Berdasarkan tingkat akurasi yang dihasilkan oleh model hibrida dan model regresi *time series* menunjukkan bahwa model hibrida memberikan hasil peramalan yang lebih baik. Adapun model hibrida untuk *inflow* uang kartal di KPw BI Surabaya, KPw BI Malang, KPw BI Jember dengan 3 variabel sedangkan model hibrida untuk *outflow* uang kartal di KPw BI Surabaya dan KPw BI Kediri dengan 2 variabel.

5.2 Saran

Model hibrida pada data *out-sample* menghasilkan ramalan yang belum optimal karena pada data *out-sample* mengalami lonjakan *inflow* dan *outflow* uang kartal yang lebih tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan pemodelan non linier pada model level 2 dengan harapan dapat menangkap efek variasi kalender yang lebih baik.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data *Inflow* Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur
(dalam Triliun rupiah)

Bulan	SURABAYA	MALANG	KEDIRI	JEMBER
Jan-03	1.4620	0.6247	0.8303	0.4113
Feb-03	0.9463	0.4046	0.5273	0.2674
Mar-03	0.9792	0.3993	0.4534	0.2185
Apr-03	1.0752	0.4059	0.5273	0.2730
Mei-03	1.1081	0.3479	0.5112	0.3104
Jun-03	1.1534	0.3874	0.4857	0.3264
Jul-03	1.3296	0.4285	0.5669	0.3090
Agust-03	1.0621	0.3833	0.4814	0.2058
Sep-03	1.3662	0.4559	0.5806	0.3158
Okt-03	1.6106	0.4284	0.5737	0.3055
Nop-03	0.6366	0.2190	0.2185	0.1737
Des-03	2.4559	0.8416	1.3282	0.6938
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Jan-14	3.7106	2.1731	1.8709	1.0666
Feb-14	1.9717	1.4779	1.1154	0.8461
Mar-14	1.3313	1.1476	0.8276	0.4827
Apr-14	1.1812	1.1640	0.9708	0.5738
Mei-14	1.4574	1.1022	0.8191	0.5817
Jun-14	1.5065	1.1956	0.9123	0.6148
Jul-14	0.4627	0.5886	0.3319	0.4013
Agust-14	7.0063	3.1074	2.6733	1.5520
Sep-14	2.0761	1.2175	1.0782	0.6164
Okt-14	2.2474	1.3122	0.8603	0.6111
Nop-14	1.8478	1.0932	0.7951	0.8095
Des-14	1.2898	0.8565	0.6303	0.7100

Lampiran 2. Data *Outflow* Uang Kartal di KPw BI Jawa Timur
(dalam Triliun rupiah)

Bulan	SURABAYA	MALANG	KEDIRI	JEMBER
Jan-03	0.5774	0.1697	0.0958	0.0658
Feb-03	0.9447	0.2361	0.2939	0.1646
Mar-03	0.6270	0.1734	0.0819	0.0979
Apr-03	1.1374	0.2899	0.3471	0.2683
Mei-03	1.1584	0.3066	0.3579	0.2430
Jun-03	1.1339	0.2872	0.3636	0.2275
Jul-03	1.0053	0.2209	0.2078	0.1710
Agust-03	1.3375	0.3918	0.4260	0.2516
Sep-03	1.2171	0.3746	0.4131	0.2582
Okt-03	1.0996	0.2988	0.2246	0.1726
Nop-03	2.3716	0.6724	0.6813	0.4457
Des-03	1.3357	0.3294	0.3483	0.1688
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Jan-14	1.3684	0.2581	0.4589	0.2073
Feb-14	1.2105	0.2921	0.5763	0.2585
Mar-14	2.2632	0.6974	0.8803	0.5006
Apr-14	1.7031	0.4092	0.7848	0.3621
Mei-14	1.6927	0.6955	1.0930	0.2808
Jun-14	1.7596	0.3678	1.0661	0.4779
Jul-14	6.4891	2.9326	3.2864	1.7331
Agust-14	0.7457	0.2552	0.2340	0.1864
Sep-14	1.8532	0.3864	0.9302	0.3387
Okt-14	2.1884	0.5963	1.2350	0.4302
Nop-14	2.0861	0.5618	0.9460	0.4236
Des-14	3.2754	0.9724	1.4446	0.7361

Lampiran 3. *Output Pemodelan Exponential Smoothing Data Simulasi Trend dan Musiman (Additive)*

```

ETS (A,A,A)
  Smoothing parameters:
    alpha = 1e-04
    beta  = 1e-04
    gamma = 1e-04

  Initial states:
    l = 31.8488
    b = 1.9705
    s = -0.2353 -4.5363 -8.7344 -10.2148 -8.3963 -5.8452
        -1.8626 6.5099 9.1667 10.1066 9.0649 4.9769
  sigma:  3.4266

      AIC      AICc      BIC
803.6902 809.6682 846.6043

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-0.08639159 3.426619 2.732442 -0.4344708 2.799093 0.114746

Forecast   Lo 80   Hi 80      Lo 95      Hi 95
251.5093 247.1179 255.9007 244.7932 258.2253
257.5665 253.1751 261.9579 250.8504 264.2825
260.5781 256.1868 264.9695 253.8621 267.2942
261.6078 257.2164 265.9992 254.8917 268.3238
260.9195 256.5281 265.3109 254.2035 267.6356
254.5179 250.1265 258.9093 247.8018 261.2339
252.5041 248.1127 256.8955 245.7881 259.2202
251.9228 247.5314 256.3142 245.2067 258.6388
252.0739 247.6825 256.4653 245.3578 258.7899
255.5231 251.1317 259.9145 248.8071 262.2392
261.6913 257.2999 266.0827 254.9752 268.4073
267.9620 263.5706 272.3534 261.2460 274.6781

```


Lampiran 4. *Output Pemodelan Exponential Smoothing Data Simulasi Trend dan Musiman (Multiplicative)*

```

ETS (M,A,M)
  Smoothing parameters:
    alpha = 0.5565
    beta  = 0.0238
    gamma = 1e-04

  Initial states:
    l = 10.3823
    b = 3.0394
    s = 1.5796 1.3085 1.3938 1.0007 1.0169 1.072
        1.0848 0.9034 0.6087 0.5189 0.7023 0.8104
  sigma: 0.0887

      AIC      AICc      BIC
996.4431 1002.4211 1039.3572

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-0.1835284 4.883935 3.978218 -2.173123 6.349957 0.1670611

Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
185.1833 164.13966 206.2269 152.99985 217.3667
161.9335 140.68513 183.1818 129.43695 194.4300
120.7225 102.89324 138.5517 93.45501 147.9900
142.8965 119.54666 166.2464 107.18598 178.6071
213.9639 175.75418 252.1737 155.52717 272.4007
259.1750 209.06154 309.2885 182.53305 335.8170
258.3635 204.66675 312.0603 176.24139 340.4857
247.1909 192.29462 302.0871 163.23430 331.1474
245.3562 187.41570 303.2967 156.74384 333.9686
344.6379 258.45125 430.8245 212.82680 476.4489
326.2638 240.16205 412.3655 194.58254 457.9450
397.1574 286.88924 507.4256 228.51678 565.7981

```

Lampiran 5.*Output Pemodelan Exponential Smoothing Data Simulasi Trend, Musiman dan Variasi Kalender (Additive) dan (Multiplicative)*

```

ETS (A,A,A)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.003
  beta  = 0.0028
  gamma = 1e-04

Initial states:
  l = 29.1491
  b = 2.3631
  s = -15.4667 31.5796 0.1656 9.471 38.4845 -18.8481
    -15.112 -8.1527 -4.6261 -3.327 -4.8023 -9.3657
sigma: 42.9836

      AIC      AICc      BIC
1350.007 1355.985 1392.921

      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-2.750906 42.98359 23.48779 -5.851736 17.17345 0.5856678

```

```

ETS (M,A,M)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.012
  beta  = 0.0039
  gamma = 0.0016

Initial states:
  l = 5.6918
  b = 2.8433
  s = 1.1381 2.0708 1.363 1.1383 1.4157 0.9114
    0.9461 0.7561 0.4788 0.4649 0.6333 0.6834
sigma: 0.2871

      AIC      AICc      BIC
1270.506 1276.484 1313.420

      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-6.505586 56.82012 30.48333 -8.332234 20.62987 0.773604

```

Lampiran 6. *Output* Pemodelan *Exponential Smoothing* (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender) *Additive*

```

ETS (A,A,A)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.0017
  beta  = 0.0013
  gamma = 0.9978

Initial states:
  l = 18.0271
  b = 2.0982
  s = 2.9445 -27.679 -46.0668 -74.6637 -36.994 13.9892
    22.664 29.8574 34.348 33.3324 29.3608 18.9072

sigma: 34.4431

      AIC      AICc      BIC
1302.161 1308.139 1345.075

      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-2.510634 34.44305 15.8897 -Inf   Inf   0.5844615

```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend*)

```

ETS (A,A,A)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.0285
  beta  = 1e-04
  gamma = 1e-04

Initial states:
  l = 30.4283
  b = -0.395
  s = -5.9119 -11.3048 -7.8696 -3.1837 -3.9468 -5.7917
    -1.2666 4.9673 10.009 11.293 7.8689 5.137

sigma: 5.9324

      AIC      AICc      BIC
922.2421 928.2202 965.1562

      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-0.28921 5.932382 4.584937 NaN   Inf 0.7969207

```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Seasonal*)

```
ETS(A,A,A)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.0161
  beta  = 0.0046
  gamma = 0.9503
  phi   = 0.9798
Initial states:
  l = -106.5767
  b = 3.6103
s=-11.6851 -6.9953 -8.6826 3.1064 4.1658 -3.6225
      2.2839 3.0165 4.7771 4.6384 5.1578 3.8397
sigma: 22.4226
      AIC      AICc      BIC
1211.445 1218.245 1257.041
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
1.805868 22.42256 15.30148 NaN      Inf      0.6765239
```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* + *Seasonal*)

[illegible]

Lampiran 7. *Output* Pemodelan *Exponential Smoothing* (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender) *Multiplicative*

```

ETS (A,A,A)

Smoothing parameters:
  alpha = 0.0042
  beta  = 0.0042
  gamma = 0.9958

Initial states:
  l = 20.7648
  b = 0.3749
  s =  75.1145 12.7855 -4.8638 -58.2343 -23.9459 29.8952
      36.4914 13.6455 -22.2377 -36.457 -13.3222 -8.8714

sigma:  40.0967

      AIC      AICc      BIC
1334.990 1340.968 1377.904
  ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
3.039398 40.09671  20.91869  -Inf    Inf      0.7711597

```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend*)

```

ETS (A,A,A)

Smoothing parameters:
  alpha = 0.8028
  beta  = 1e-04
  gamma = 0.0042

Initial states:
  l = 34.6769
  b = -1.2705
  s = 66.6186 26.7483 28.0902 6.3533 5.3982 12.2707
      14.7266 -8.0572 -43.9826 -56.5086 -30.7197 -20.9378
sigma:  22.9868

      AIC      AICc      BIC
1214.813 1220.791 1257.727
  ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
1.810352 22.98682 15.82772  -Inf    Inf      1.897334

```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* + *Seasonal*)

```
ETS(A,A,A)
Smoothing parameters:
  alpha = 0.6294
  beta  = 1e-04
  gamma = 1e-04

Initial states:
  l = 9.8959
  b = -0.6317
  s=-3.3666 1.1393 -1.5582 2.6059 1.605 -0.4703
      2.7767 1.0697 -1.4238 -1.8432 0.2235 -0.7579

sigma: 16.9745

      AIC      AICc      BIC
1149.321 1155.299 1192.235
      ME      RMSE      MAE  MPE  MAPE      MASE
1.428893 16.97454 13.01791 NaN  Inf    1.761826
```

- (Residual Hasil TSR Eliminasi Efek Variasi Kalender + *Trend* + *Seasonal* + *Trend*Seasonal*)

```

ETS (A, N, N)
Smoothing parameters:
  alpha = 1e-04
Initial states:
  l = -9e-04
sigma: 3.0083
      AIC      AICc      BIC
747.5649 747.6792 752.9292
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
0.0008474286 3.008268 2.202176 NaN    Inf      0.5744578
Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896941 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854405 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854406 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854406 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854406 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854406 -5.896942 5.895252
-0.000844928 -3.856095 3.854406 -5.896942 5.895252

```

Lampiran 8. *Output* *Pemodelan Exponential Smoothing* (Residual Hasil TSR *Inflow* Surabaya)

ETS(A,N,N)					
Smoothing parameters:					
alpha = 1e-04					
Initial states:					
l = 0					
sigma: 0.189					
AIC AICc BIC					
208.7570 208.8500 214.5226					
ME RMSE MAE MPE MAPE MASE					
5.453272e-07 0.1890382 0.1281292 NaN Inf 0.5754005					
Forecast Lo 80 Hi 80 Lo 95 Hi 95					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705086 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705087 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705087 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705087 0.3705075					
-5.798849e-07 -0.2422628 0.2422616 -0.3705087 0.3705075					

Lampiran 9. Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Inflow Malang)

```

ETS (A,N,N)
  Smoothing parameters:
    alpha = 0.3039

  Initial states:
    l = 0.0515

  sigma: 0.0677

      AIC      AICc      BIC
-62.36121 -62.26818 -56.59560

      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
-0.002510919 0.06769323 0.05228373 NaN    Inf    0.6855448

      Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
-0.04920165 -0.1359540 0.03755071 -0.1818779 0.08347463
-0.04920165 -0.1398715 0.04146822 -0.1878692 0.08946594
-0.04920165 -0.1436266 0.04522333 -0.1936122 0.09520890
-0.04920165 -0.1472380 0.04883472 -0.1991353 0.10073204
-0.04920165 -0.1507210 0.05231772 -0.2044621 0.10605883
-0.04920165 -0.1540884 0.05568513 -0.2096121 0.11120883
-0.04920165 -0.1573510 0.05894773 -0.2146019 0.11619856
-0.04920165 -0.1605181 0.06211475 -0.2194454 0.12104210
-0.04920165 -0.1635974 0.06519413 -0.2241549 0.12575160
-0.04920165 -0.1665961 0.06819276 -0.2287409 0.13033760
-0.04920165 -0.1695200 0.07111668 -0.2332127 0.13480935
-0.04920165 -0.1723745 0.07397121 -0.2375783 0.13917498

```


Lampiran 10. *Output* Pemodelan *Exponential Smoothing* (Residual Hasil TSR *Inflow* Kediri)

ETS (A, N, N)

Smoothing parameters:

```
alpha = 1e-04
```

Initial states:

$$1 = 0$$

sigma: 0.0689

AIC	AICc	BIC			
-57.57290	-57.47988	-51.80730			
ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
1.123969e-07	0.06893221	0.0489979	NaN	Inf	0.6210735

[illegible]

Lampiran 11. *Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Inflow Jember)*

Lampiran 13. *Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Outflow Malang)*

ETS (A,N,N)

Smoothing parameters:

alpha = 1e-04

Initial states:

l = 0

sigma: 0.0568

AIC	AICc	BIC			
-108.4837	-108.3907	-102.7181			
ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
-1.135944e-05	0.05684223	0.04039148	NaN	Inf	0.6411632

Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285752	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285753	-0.1113975	0.11142
1.126699e-05	-0.07283499	0.07285753	-0.1113975	0.11142

Lampiran 15. *Output Pemodelan Exponential Smoothing (Residual Hasil TSR Outflow Jember)*

```

ETS (A,N,N)

Smoothing parameters:
  alpha = 0.212

Initial states:
  l = 0.0046

sigma: 0.0449

      AIC      AICc      BIC
-170.9826 -170.8896 -165.2170

      ME      RMSE      MAE MPE MAPE      MASE
-0.0007505381 0.04485977 0.03510393 NaN  Inf 0.6941413

Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
-0.0164386 -0.07392871 0.04105151 -0.1043621 0.07148494
-0.0164386 -0.07520651 0.04232931 -0.1063164 0.07343916
-0.0164386 -0.07645711 0.04357991 -0.1082290 0.07535178
-0.0164386 -0.07768217 0.04480497 -0.1101026 0.07722536
-0.0164386 -0.07888321 0.04600601 -0.1119394 0.07906219
-0.0164386 -0.08006158 0.04718438 -0.1137415 0.08086435
-0.0164386 -0.08121852 0.04834132 -0.1155109 0.08263373
-0.0164386 -0.08235515 0.04947795 -0.1172493 0.08437206
-0.0164386 -0.08347252 0.05059531 -0.1189581 0.08608093
-0.0164386 -0.08457156 0.05169436 -0.1206390 0.08776177
-0.0164386 -0.08565315 0.05277595 -0.1222931 0.08941592
-0.0164386 -0.08671810 0.05384090 -0.1239218 0.09104462

```

Lampiran 16. Output Estimasi parameter Model *Time Series Regression* Data *Inflow* Uang Kartal di KPw Surabaya

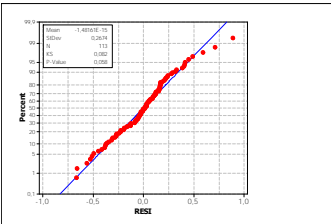
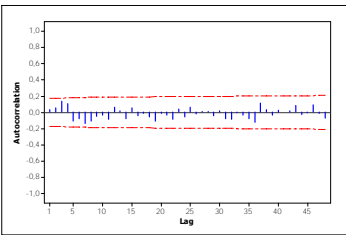
The regression equation is

```
inflow sur= 0,00944 t + 2,07 D0,t + 1,56 D2,t + 4,35 D7,t + 1,90 D9,t
            + 1,75 D11,t + 0,550 D13,t + 1,13 D18,t + 0,702 D22,t
            - 0,778 D24,t + 0,759 D9,t+1 + 1,65 D18,t+1 + 1,91 D20,t+1
            - 1,32 D22,t+1 + 1,50 D24,t+1 + 3,41 D29,t+1 + 1,65 M_1
            + 0,791 M_2 + 0,672 M_3 + 0,742 M_4 + 0,766 M_5 + 0,681 M_6
            + 0,891 M_7 + 0,693 M_8 + 0,741 M_9 + 0,866 M_10 + 0,936 M_11
            + 0,583 M_12 - 0,963 D1 - 0,00706 tD2 + 0,156 yt-1
            + 0,117 yt-3 + 1,70 AO95 - 1,98 AO97 - 0,884 AO83 + 1,56 AO121
```

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,009436	0,002684	3,52	0,001
D0,t	2,0663	0,3210	6,44	0,000
D2,t	1,5627	0,3333	4,69	0,000
D7,t	4,3464	0,3167	13,72	0,000
D9,t	1,9048	0,3191	5,97	0,000
D11,t	1,7546	0,3246	5,40	0,000
D13,t	0,5503	0,3301	1,67	0,099
D18,t	1,1296	0,3161	3,57	0,001
D22,t	0,7021	0,3346	2,10	0,039
D24,t	-0,7781	0,3311	-2,35	0,021
D9,t+1	0,7594	0,3269	2,32	0,022
D18,t+1	1,6542	0,3172	5,22	0,000
D20,t+1	1,9130	0,3258	5,87	0,000
D22,t+1	-1,3246	0,3171	-4,18	0,000
D24,t+1	1,5014	0,3203	4,69	0,000
D29,t+1	3,4087	0,3215	10,60	0,000
M_1	1,6501	0,1587	10,40	0,000
M_2	0,7914	0,1611	4,91	0,000
M_3	0,6716	0,1372	4,90	0,000
M_4	0,7425	0,1416	5,24	0,000
M_5	0,7663	0,1314	5,83	0,000
M_6	0,6805	0,1281	5,31	0,000
M_7	0,8912	0,1288	6,92	0,000
M_8	0,6934	0,1372	5,05	0,000
M_9	0,7410	0,1476	5,02	0,000
M_10	0,8656	0,1624	5,33	0,000
M_11	0,9360	0,1933	4,84	0,000
M_12	0,5826	0,1656	3,52	0,001
D1	-0,9629	0,1542	-6,25	0,000
tD2	-0,007062	0,002130	-3,32	0,001
yt-1	0,15587	0,04387	3,55	0,001
yt-3	0,11664	0,04075	2,86	0,005
AO95	1,7025	0,3328	5,12	0,000
AO97	-1,9829	0,3157	-6,28	0,000
AO83	-0,8844	0,3337	-2,65	0,009
AO121	1,5635	0,3229	4,84	0,000

Autocorrelation Function: RESI5

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,007833	0,08	0,01
2	0,051985	0,55	0,32
3	0,144995	1,54	2,81
4	0,000121	0,00	2,81
5	-0,123818	-1,29	4,65
6	-0,038242	-0,39	4,83
7	-0,055817	-0,57	5,21
8	-0,121861	-1,24	7,05
9	-0,013967	-0,14	7,07
10	-0,096443	-0,97	8,25
11	-0,038507	-0,38	8,44
12	0,126232	1,26	10,49
13	-0,139946	-1,37	13,03
14	0,158032	1,53	16,31
15	0,025143	0,24	16,39
16	-0,102011	-0,97	17,79
17	0,018559	0,17	17,83
18	-0,080990	-0,76	18,73
19	-0,180788	-1,69	23,25
20	-0,113772	-1,04	25,06
21	-0,065232	-0,59	25,66
22	-0,093787	-0,84	26,92
23	0,087789	0,78	28,03
24	-0,034406	-0,31	28,20



Lampiran 17. *Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di KPw Malang*

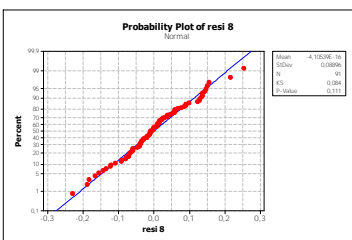
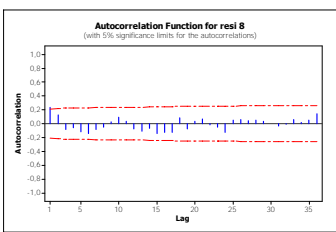
The regression equation is

inflow malang = 0,00698 t + 0,792 D0,t + 0,498 D2,t + 1,30 D7,t + 0,642 D9,t
 + 0,302 D11,t + 0,314 D13,t + 0,399 D18,t + 0,271 D22,t
 - 0,287 D29,t + 0,225 D13,t+1 + 0,550 D20,t+1 + 1,02 D29,t+1
 + 0,426 M_1 + 0,228 M_2 + 0,172 M_3 + 0,142 M_4 + 0,153 M_5
 + 0,0995 M_6 + 0,169 M_7 + 0,141 M_8 + 0,129 M_9
 + 0,105 M_10 + 0,137 M_11 - 0,341 D2 - 0,00586 tD1
 + 0,217 yt-1 + 0,847 AO95 - 0,856 AO97 + 0,735 AO121
 - 0,109 yt-16 + 0,140 yt-2 + 0,495 AO96

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,006980	0,001409	4,95	0,000
D0,t	0,7916	0,1079	7,33	0,000
D2,t	0,4981	0,1078	4,62	0,000
D7,t	1,3036	0,1085	12,02	0,000
D9,t	0,6419	0,1052	6,10	0,000
D11,t	0,3022	0,1076	2,81	0,006
D13,t	0,3144	0,1068	2,94	0,004
D18,t	0,3994	0,1075	3,71	0,000
D22,t	0,2713	0,1097	2,47	0,015
D29,t	-0,2872	0,1071	-2,68	0,009
D13,t+1	0,2246	0,1006	2,23	0,028
D20,t+1	0,5497	0,1074	5,12	0,000
D29,t+1	1,0189	0,1076	9,47	0,000
M_1	0,42592	0,04506	9,45	0,000
M_2	0,22803	0,04349	5,24	0,000
M_3	0,17237	0,04344	3,97	0,000
M_4	0,14189	0,04154	3,42	0,001
M_5	0,15251	0,04216	3,62	0,001
M_6	0,09953	0,04093	2,43	0,017
M_7	0,16859	0,04158	4,05	0,000
M_8	0,14050	0,04561	3,08	0,003
M_9	0,12877	0,04435	2,90	0,005
M_10	0,10505	0,04720	2,23	0,029
M_11	0,13688	0,04915	2,78	0,007
D2	-0,3413	0,1057	-3,23	0,002
tD1	-0,005857	0,001009	-5,80	0,000
yt-1	0,21678	0,04551	4,76	0,000
AO95	0,8470	0,1088	7,79	0,000
AO97	-0,8562	0,1119	-7,65	0,000
AO121	0,7350	0,1152	6,38	0,000
yt-16	-0,10928	0,04829	-2,26	0,026
yt-2	0,14033	0,04408	3,18	0,002
AO96	0,4946	0,1105	4,48	0,000

Autocorrelation Function: resi 8

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,237503	2,27	5,30
2	0,125575	1,14	6,80
3	-0,085379	-0,76	7,50
4	-0,057351	-0,51	7,82
5	-0,119991	-1,06	9,24
6	-0,144537	-1,26	11,32
7	-0,082196	-0,71	12,00
8	-0,052732	-0,45	12,29
9	0,024036	0,20	12,35
10	0,091157	0,78	13,21
11	0,033969	0,29	13,34
12	-0,073026	-0,62	13,91
13	-0,110556	-0,93	15,23
14	-0,065981	-0,55	15,71
15	-0,138331	-1,15	17,84
16	-0,127459	-1,04	19,68
17	-0,126916	-1,03	21,52
18	0,082575	0,66	22,31
19	-0,074658	-0,59	22,96
20	0,032601	0,26	23,09
21	0,063018	0,50	23,57
22	-0,017499	-0,14	23,61
23	-0,049634	-0,39	23,91
24	-0,124797	-0,98	25,88



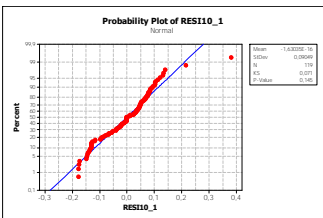
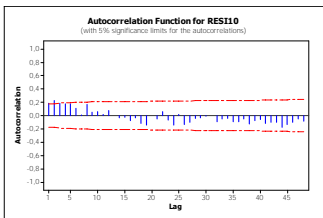
Lampiran 18. *Output* Estimasi parameter Model *Time Series Regression Data Inflow* Uang Kartal di KPw Kediri

The regression equation is

$$\begin{aligned} \text{inflow kediri} = & 0,534 + 0,766 D0,t + 0,774 D2,t + 1,53 D7,t + 0,709 D9,t \\ & + 0,277 D11,t + 0,449 D13,t + 0,515 D18,t + 0,319 D22,t \\ & - 0,458 D24,t - 0,241 D0,t+1 + 0,227 D2,t+1 + 0,415 D7,t+1 \\ & + 0,397 D13,t+1 + 0,336 D18,t+1 + 0,582 D20,t+1 \\ & + 0,833 D24,t+1 + 1,10 D29,t+1 + 0,425 M_1 + 0,109 M_2 \\ & + 0,0474 M_3 + 0,0763 M_4 + 0,0919 M_5 + 0,0979 M_7 \\ & + 0,0769 M_8 + 0,0739 M_9 + 0,105 M_{10} + 0,142 M_{11} \\ & - 0,0389 M_{12} - 0,993 D2 - 0,00496 tD1 \\ & + 0,00739 tD2 + 0,472 AO95 + 0,445 AO96 - 0,559 AO97 \end{aligned}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0,53433	0,03270	16,34	0,000
D0,t	0,7657	0,1071	7,15	0,000
D2,t	0,7737	0,1114	6,94	0,000
D7,t	1,5309	0,1106	13,84	0,000
D9,t	0,7088	0,1085	6,53	0,000
D11,t	0,2768	0,1067	2,60	0,011
D13,t	0,4491	0,1114	4,03	0,000
D18,t	0,5148	0,1072	4,80	0,000
D22,t	0,3186	0,1114	2,86	0,005
D24,t	-0,4579	0,1114	-4,11	0,000
D0,t+1	-0,2405	0,1104	-2,18	0,032
D2,t+1	0,2274	0,1085	2,10	0,039
D7,t+1	0,4147	0,1125	3,69	0,000
D13,t+1	0,3967	0,1085	3,65	0,000
D18,t+1	0,3355	0,1092	3,07	0,003
D20,t+1	0,5816	0,1076	5,41	0,000
D24,t+1	0,8328	0,1085	7,67	0,000
D29,t+1	1,1021	0,1102	10,00	0,000
M_1	0,42541	0,04364	9,75	0,000
M_2	0,10941	0,04261	2,57	0,012
M_3	0,04744	0,04259	1,11	0,268
M_4	0,07634	0,04257	1,79	0,076
M_5	0,09191	0,04256	2,16	0,033
M_7	0,09795	0,04256	2,30	0,024
M_8	0,07687	0,04505	1,71	0,091
M_9	0,07391	0,04868	1,52	0,132
M_10	0,10542	0,04662	2,26	0,026
M_11	0,14199	0,05480	2,59	0,011
M_12	-0,03894	0,04892	-0,80	0,428
D2	-0,9930	0,2107	-4,71	0,000
tD1	-0,0049584	0,0003075	-16,12	0,000
tD2	0,007388	0,001840	4,02	0,000
AO95	0,4725	0,1111	4,25	0,000
AO96	0,4451	0,1080	4,12	0,000
AO97	-0,5586	0,1107	-5,05	0,000

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,155817	1,70	2,96
2	0,261798	2,79	11,40
3	0,188307	1,89	15,80
4	0,212790	2,07	21,47
5	0,093201	0,88	22,57
6	0,141345	1,32	25,11
7	0,061044	0,56	25,59
8	0,148806	1,37	28,46
9	0,023445	0,21	28,53
10	0,133682	1,21	30,90
11	0,027341	0,24	31,00
12	0,014864	0,13	31,02
13	-0,062643	-0,56	31,56
14	-0,059531	-0,53	32,04
15	-0,073295	-0,65	32,79
16	-0,061543	-0,54	33,32
17	-0,157753	-1,39	36,83
18	-0,025703	-0,22	36,92
19	-0,102564	-0,89	38,44
20	0,075344	0,65	39,26
21	-0,176551	-1,52	43,84
22	-0,001689	-0,01	43,85
23	-0,049758	-0,42	44,22
24	-0,084319	-0,71	45,29



Lampiran 19. *Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Inflow Uang Kartal di KPw Jember*

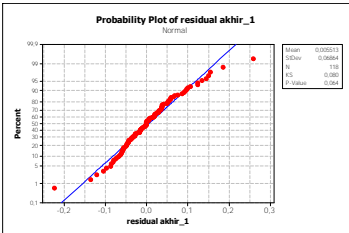
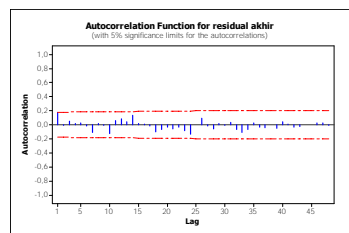
The regression equation is

$$\begin{aligned} \text{inflow jember} = & 0,00658 \text{ t} + 0,622 \text{ D0,t} + 0,431 \text{ D2,t} + 0,526 \text{ D7,t} \\ & + 0,544 \text{ D9,t} + 0,396 \text{ D11,t} + 0,286 \text{ D13,t} + 0,345 \text{ D18,t} \\ & + 0,121 \text{ D13,t+1} + 0,286 \text{ D20,t+1} + 0,521 \text{ D24,t+1} \\ & + 0,730 \text{ D29,t+1} + 0,382 \text{ M_1} + 0,0587 \text{ M_2} + 0,0411 \text{ M_4} \\ & + 0,107 \text{ M_5} + 0,0568 \text{ M_7} + 0,0449 \text{ M_11} - 0,549 \text{ D2} \\ & - 0,00552 \text{ tD1} + 0,380 \text{ AO95} + 0,189 \text{ AO96} - 0,520 \text{ AO97} \\ & - 0,288 \text{ AO37} - 0,263 \text{ AO25} + 0,245 \text{ AO46} + 0,108 \text{ yt-2} \\ & + 0,113 \text{ yt-3} + 0,149 \text{ yt-1} \end{aligned}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,0065752	0,0009289	7,08	0,000
D0,t	0,62151	0,07591	8,19	0,000
D2,t	0,43147	0,08059	5,35	0,000
D7,t	0,52625	0,07662	6,87	0,000
D9,t	0,54417	0,07696	7,07	0,000
D11,t	0,39649	0,07539	5,26	0,000
D13,t	0,28572	0,07968	3,59	0,001
D18,t	0,34547	0,07650	4,52	0,000
D13,t+1	0,12147	0,07643	1,59	0,115
D20,t+1	0,28590	0,07632	3,75	0,000
D24,t+1	0,52051	0,07527	6,91	0,000
D29,t+1	0,73022	0,07645	9,55	0,000
M_1	0,38216	0,03135	12,19	0,000
M_2	0,05867	0,02824	2,08	0,040
M_4	0,04113	0,02691	1,53	0,130
M_5	0,10654	0,02439	4,37	0,000
M_7	0,05676	0,02426	2,34	0,021
M_11	0,04488	0,02869	1,56	0,121
D2	-0,54904	0,08213	-6,68	0,000
tD1	-0,0055212	0,0007337	-7,53	0,000
AO95	0,38026	0,08232	4,62	0,000
AO96	0,18935	0,08034	2,36	0,020
AO97	-0,52010	0,08335	-6,24	0,000
AO37	-0,28839	0,08341	-3,46	0,001
AO25	-0,26294	0,08187	-3,21	0,002
AO46	0,24480	0,07781	3,15	0,002
yt-2	0,10761	0,04042	2,66	0,009
yt-3	0,11261	0,04453	2,53	0,013
yt-1	0,14922	0,04392	3,40	0,001

Autocorrelation Function: residual akhir

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,177449	2,02	4,16
2	-0,008103	-0,09	4,17
3	0,047540	0,52	4,47
4	0,017585	0,19	4,51
5	0,028438	0,31	4,62
6	-0,016754	-0,18	4,66
7	-0,104678	-1,15	6,18
8	0,014745	0,16	6,21
9	-0,011137	-0,12	6,23
10	-0,121317	-1,32	8,32
11	0,062533	0,67	8,88
12	0,080289	0,86	9,81
13	0,045188	0,48	10,10
14	0,129703	1,38	12,58
15	0,020797	0,22	12,64
16	0,007110	0,07	12,65
17	-0,018601	-0,19	12,70
18	-0,101278	-1,06	14,26
19	-0,062908	-0,65	14,87
20	-0,036092	-0,37	15,07
21	-0,062082	-0,64	15,67
22	-0,029713	-0,31	15,81
23	-0,087311	-0,90	17,03
24	-0,134539	-1,37	19,94



Lampiran 20. *Output* Estimasi parameter Model *Time Series Regression* Data *Outflow* Uang Kartal di KPw Surabaya

The regression equation is

```

outflow surabaya      - 1,08 D0,t - 0,986 D2,t + 0,913 D9,t + 1,91 D18,t
                      + 3,68 D29,t + 2,55 D0,t-t1 + 1,46 D2,t-t1
                      + 2,37 D7,t-1 + 2,19 D9,t-1 + 1,29 D18,t-1
                      + 0,558 M_1 + 0,769 M_2 + 0,930 M_3 + 0,948 M_4
                      + 0,940 M_5 + 1,09 M_6 + 0,958 M_7 + 0,734 M_8
                      + 0,696 M_9 + 1,06 M_10 + 0,874 M_11 + 1,27 M_12
                      - 0,650 D1 - 3,05 D2 + 0,0286 tD2 + 0,400 yt-12
                      + 2,26 AO96

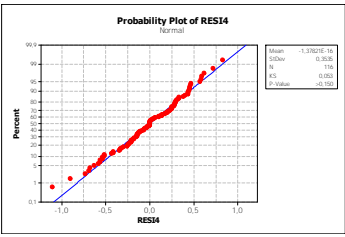
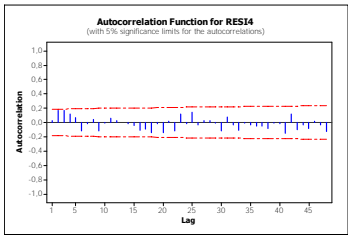
```

```
120 cases used, 24 cases contain missing values
```

Predictor	Coef	SE	Coef	T	P
Noconstant					
D0,t	-1,0795	0,4240	-2,55	0,013	
D2,t	-0,9865	0,4237	-2,33	0,022	
D9,t	0,9126	0,4227	2,16	0,033	
D18,t	1,9084	0,4774	4,00	0,000	
D29,t	3,6758	0,4390	8,37	0,000	
D0,t-1	2,5487	0,4211	6,05	0,000	
D2,t-1	1,4581	0,4221	3,45	0,001	
D7,t-1	2,3692	0,4424	5,36	0,000	
D9,t-1	2,1898	0,4270	5,13	0,000	
D18,t-1	1,2889	0,4243	3,04	0,003	
M_1	0,5585	0,1457	3,83	0,000	
M_2	0,7685	0,1515	5,07	0,000	
M_3	0,9302	0,1525	6,10	0,000	
M_4	0,9479	0,1606	5,90	0,000	
M_5	0,9401	0,1538	6,11	0,000	
M_6	1,0945	0,1643	6,66	0,000	
M_7	0,9575	0,1665	5,75	0,000	
M_8	0,7336	0,1861	3,94	0,000	
M_9	0,6963	0,1768	3,94	0,000	
M_10	1,0647	0,1745	6,10	0,000	
M_11	0,8743	0,1621	5,39	0,000	
M_12	1,2695	0,1925	6,60	0,000	
D1	-0,65001	0,09649	-6,74	0,000	
D2	-3,0518	0,8168	-3,74	0,000	
tD2	0,028628	0,007096	4,03	0,000	
yt-12	0,40015	0,06073	6,59	0,000	
A096	2,2586	0,4215	5,36	0,000	

Autocorrelation Function: RES14

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,022105	0,24	0,06
2	0,169432	1,86	3,62
3	0,165489	1,76	7,05
4	0,117236	1,22	8,78
5	0,067783	0,70	9,37
6	-0,118637	-1,21	11,18
7	-0,015262	-0,15	11,21
8	0,042045	0,42	11,44
9	-0,113202	-1,14	13,13
10	-0,012425	-0,12	13,15
11	0,062316	0,62	13,67
12	0,028474	0,28	13,78
13	-0,001956	-0,02	13,78
14	-0,020745	-0,21	13,84
15	-0,045440	-0,45	14,13
16	-0,104508	-1,04	15,66
17	-0,088109	-0,87	16,77
18	-0,145265	-1,42	19,80
19	-0,019185	-0,18	19,85
20	-0,137920	-1,32	22,63
21	0,013756	0,13	22,66
22	-0,119980	-1,13	24,81
23	0,117452	1,10	26,90
24	-0,016822	-0,16	26,94



Lampiran 21. *Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Malang*

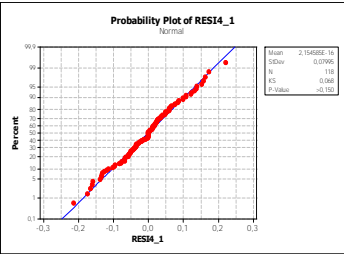
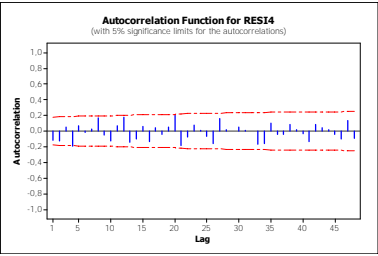
The regression equation is

outflow malang = 0,00364 t + 0,373 D7,t + 0,301 D9,t + 0,263 D13,t
 + 1,02 D18,t + 0,745 D20,t + 0,383 D24,t + 1,12 D29,t
 + 0,817 D0,t-1 + 0,503 D2,t-1 + 0,695 D7,t-1
 + 0,630 D9,t-1 + 0,279 D11,t-1 + 0,534 D18,t-1
 + 0,403 D22,t-1 + 0,0993 M_1 + 0,160 M_2 + 0,228 M_3
 + 0,254 M_4 + 0,203 M_5 + 0,366 M_6 + 0,300 M_7
 + 0,202 M_8 + 0,295 M_9 + 0,304 M_10 + 0,239 M_11
 + 0,482 M_12 - 0,344 D2 - 0,00491 tD1 + 0,630 AO96
 + 0,637 AO132 + 0,0627 yt-8

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,003644	0,001022	3,56	0,001
D7,t	0,3731	0,1003	3,72	0,000
D9,t	0,30101	0,09937	3,03	0,003
D13,t	0,26264	0,09669	2,72	0,008
D18,t	1,02249	0,09955	10,27	0,000
D20,t	0,74516	0,09852	7,56	0,000
D24,t	0,38265	0,09865	3,88	0,000
D29,t	1,1157	0,1021	10,93	0,000
D0,t-1	0,81710	0,09798	8,34	0,000
D2,t-1	0,50345	0,09656	5,21	0,000
D7,t-1	0,69548	0,09825	7,08	0,000
D9,t-1	0,63004	0,09893	6,37	0,000
D11,t-1	0,27892	0,09777	2,85	0,005
D18,t-1	0,53379	0,09748	5,48	0,000
D22,t-1	0,40269	0,09828	4,10	0,000
M_1	0,09927	0,04029	2,46	0,016
M_2	0,15966	0,04247	3,76	0,000
M_3	0,22792	0,04258	5,35	0,000
M_4	0,25384	0,04571	5,55	0,000
M_5	0,20302	0,04633	4,38	0,000
M_6	0,36575	0,04463	8,19	0,000
M_7	0,29969	0,04534	6,61	0,000
M_8	0,20151	0,05091	3,96	0,000
M_9	0,29461	0,04572	6,44	0,000
M_10	0,30405	0,04309	7,06	0,000
M_11	0,23881	0,04757	5,02	0,000
M_12	0,48170	0,04243	11,35	0,000
D2	-0,34414	0,09109	-3,78	0,000
tD1	-0,0049086	0,0007239	-6,78	0,000
AO96	0,63022	0,09726	6,48	0,000
AO132	0,63678	0,09885	6,44	0,000
yt-8	0,06272	0,04274	1,47	0,146

Autocorrelation Function: RESI4

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0,116584	-1,30	1,73
2	-0,123285	-1,35	3,67
3	0,046830	0,51	3,96
4	-0,193086	-2,09	8,81
5	0,069254	0,72	9,44
6	-0,018897	-0,20	9,49
7	0,028061	0,29	9,59
8	0,163172	1,70	13,18
9	-0,052488	-0,53	13,55
10	-0,123518	-1,25	15,64
11	0,070986	0,71	16,34
12	0,175145	1,75	20,62
13	-0,145808	-1,42	23,61
14	-0,104084	-1,00	25,15
15	0,061796	0,59	25,70
16	-0,134074	-1,27	28,30
17	0,042741	0,40	28,57
18	-0,041035	-0,38	28,81
19	0,047830	0,45	29,15
20	0,198772	1,85	35,09
21	-0,185784	-1,68	40,33
22	-0,071417	-0,63	41,11
23	0,071836	0,64	41,91
24	0,004351	0,04	41,91



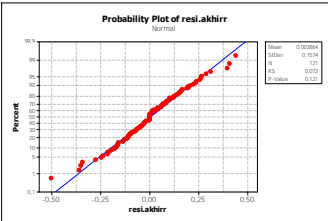
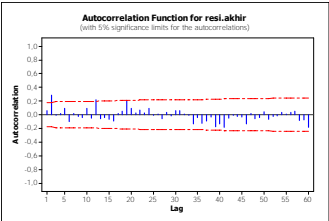
Lampiran 22. *Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Kediri*

The regression equation is
 outflow kediri = 0,00218 t + 0,418 D7,t + 0,388 D11,t + 0,456 D13,t
 + 1,75 D18,t + 0,394 D20,t + 0,534 D24,t + 1,67 D29,t
 + 1,13 D2,t-1 + 0,972 D0,t-1 + 1,53 D7,t-1
 + 0,517 D9,t-1 + 0,485 D13,t-1 + 0,830 D18,t-1
 + 0,834 D22,t-1 + 0,607 D29,t-1 - 0,180 M_1
 + 0,201 M_4 + 0,143 M_5 + 0,527 M_6 + 0,201 M_7
 + 0,171 M_8 + 0,214 M_9 + 0,378 M_12 + 0,115 yt-5
 + 0,192 yt-3 - 0,504 AO84 + 0,476 AO96

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,0021785	0,0005105	4,27	0,000
D7,t	0,4182	0,1869	2,24	0,028
D11,t	0,3885	0,1742	2,23	0,028
D13,t	0,4559	0,1750	2,60	0,011
D18,t	1,7491	0,1865	9,38	0,000
D20,t	0,3944	0,1832	2,15	0,034
D24,t	0,5337	0,1743	3,06	0,003
D29,t	1,6689	0,1863	8,96	0,000
D2,t-1	1,1277	0,1740	6,48	0,000
D0,t-1	0,9717	0,1827	5,32	0,000
D7,t-1	1,5266	0,1868	8,17	0,000
D9,t-1	0,5168	0,1869	2,77	0,007
D13,t-1	0,4851	0,1739	2,79	0,006
D18,t-1	0,8303	0,1851	4,49	0,000
D22,t-1	0,8338	0,1739	4,79	0,000
D29,t-1	0,6072	0,1852	3,28	0,001
M_1	-0,18011	0,06033	-2,99	0,004
M_4	0,20072	0,06043	3,32	0,001
M_5	0,14299	0,06031	2,37	0,020
M_6	0,52681	0,05739	9,18	0,000
M_7	0,20062	0,06314	3,18	0,002
M_8	0,17143	0,06685	2,56	0,012
M_9	0,21418	0,06216	3,45	0,001
M_12	0,37802	0,06291	6,01	0,000
yt-5	0,11528	0,04527	2,55	0,012
yt-3	0,19181	0,04345	4,41	0,000
AO84	-0,5041	0,1849	-2,73	0,008
AO96	0,4761	0,1836	2,59	0,011

Autocorrelation Function: resi.akhir

Lag	ACF	T	LBQ
1	0,054763	0,62	0,39
2	0,287367	3,23	11,21
3	-0,006680	-0,07	11,22
4	0,020131	0,21	11,27
5	0,090935	0,95	12,38
6	-0,096356	-1,00	13,64
7	0,014393	0,15	13,67
8	-0,022206	-0,23	13,74
9	-0,039412	-0,40	13,95
10	0,092906	0,95	15,16
11	-0,046174	-0,47	15,46
12	0,215002	2,18	22,05
13	-0,061126	-0,60	22,58
14	-0,039599	-0,39	22,81
15	-0,068395	-0,67	23,50
16	-0,094010	-0,91	24,80
17	0,018952	0,18	24,85
18	0,048900	0,47	25,21
19	0,208976	2,01	31,84
20	0,088961	0,83	33,05
21	0,027223	0,25	33,16
22	0,066159	0,61	33,85
23	0,028117	0,26	33,97
24	0,090465	0,84	35,27



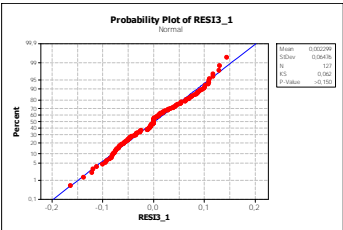
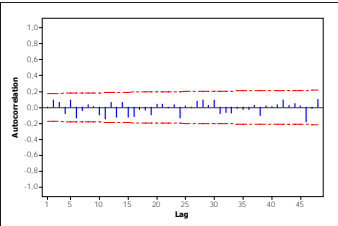
Lampiran 23. *Output Estimasi parameter Model Time Series Regression Data Outflow Uang Kartal di KPw Jember*

The regression equation is
 outflow_jember = 0,00254 t - 0,181 D0,t + 0,712 D18,t + 0,276 D24,t
 + 0,673 D29,t + 0,615 D0,t-1 + 0,371 D2,t-1
 + 0,563 D7,t-1 + 0,245 D9,t-1 + 0,222 D11,t-1
 + 0,406 D18,t-1 + 0,249 D22,t-1 + 0,0898 M_2
 + 0,163 M_3 + 0,171 M_4 + 0,137 M_5 + 0,263 M_6
 + 0,200 M_7 + 0,203 M_8 + 0,163 M_9 + 0,172 M_10
 + 0,142 M_11 + 0,219 M_12 - 0,161 D1 - 0,830 D2
 + 0,00643 tD2 + 0,440 AO45 + 0,318 AO114 + 0,229 AO96

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Noconstant				
t	0,0025358	0,0005188	4,89	0,000
D0,t	-0,18108	0,07656	-2,37	0,020
D18,t	0,71217	0,07714	9,23	0,000
D24,t	0,27605	0,07613	3,63	0,000
D29,t	0,67327	0,07848	8,58	0,000
D0,t-1	0,61475	0,07681	8,00	0,000
D2,t-1	0,37102	0,07695	4,82	0,000
D7,t-1	0,56283	0,07861	7,16	0,000
D9,t-1	0,24471	0,07708	3,17	0,002
D11,t-1	0,22193	0,07738	2,87	0,005
D18,t-1	0,40585	0,07677	5,29	0,000
D22,t-1	0,24895	0,07774	3,20	0,002
M_2	0,08978	0,02491	3,60	0,000
M_3	0,16283	0,02505	6,50	0,000
M_4	0,17065	0,02520	6,77	0,000
M_5	0,13728	0,02535	5,41	0,000
M_6	0,26331	0,02633	10,00	0,000
M_7	0,20002	0,02753	7,27	0,000
M_8	0,20326	0,02851	7,13	0,000
M_9	0,16328	0,02940	5,55	0,000
M_10	0,17193	0,02926	5,87	0,000
M_11	0,14178	0,02797	5,07	0,000
M_12	0,21903	0,02704	8,10	0,000
D1	-0,16085	0,03098	-5,19	0,000
D2	-0,8303	0,1396	-5,95	0,000
tD2	0,006432	0,001293	4,97	0,000
AO45	0,43956	0,07726	5,69	0,000
AO114	0,31785	0,07612	4,18	0,000
AO96	0,22911	0,07645	3,00	0,003

Autocorrelation Function: RESI3

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0,005578	-0,06	0,00
2	0,092859	1,05	1,13
3	0,061145	0,68	1,63
4	-0,079040	-0,88	2,46
5	0,094305	1,04	3,65
6	-0,131771	-1,45	6,01
7	-0,039935	-0,43	6,22
8	0,032854	0,35	6,37
9	0,009357	0,10	6,38
10	-0,094494	-1,02	7,63
11	-0,140779	-1,50	10,43
12	0,059972	0,63	10,95
13	-0,119526	-1,25	13,00
14	0,059323	0,61	13,51
15	-0,121278	-1,25	15,66
16	-0,117830	-1,20	17,71
17	-0,026718	-0,27	17,82
18	-0,030175	-0,30	17,95
19	-0,093994	-0,95	19,29
20	0,040856	0,41	19,55
21	0,043466	0,43	19,84
22	-0,003770	-0,04	19,84
23	0,030250	0,30	19,99
24	-0,128722	-1,28	22,62



DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. (2015a). *Peraturan Bank Indonesia Nomor 14/7/PBI/2012 Tentang Pengelolaan Uang Rupiah*. Diakses pada 20 September 2015. Jakarta: Bank Indonesia.
- Bank Indonesia. (2015b). *Peran Bank Indonesia*. Diakses pada 15 September 2015 dari <http://www.bi.go.id/statistik/sistem-pembayaran/di-indonesia/peranbi>.
- Bank Indonesia. (2015c). *Sistem Pembayaran*. Diakses pada tanggal 15 September 2015 yang bersumber dari http://www.bi.go.id/id/publikasi/sistempembayaran/perkem-bangan/Pages/LSPPU_2011.aspx
- Bank Indonesia. (2015d). *Indikator Pengedaran Uang*. Diakses pada tanggal 15 September 2015 yang bersumber dari <http://www.bi.go.id/id/publikasi/sistempembayaran/indikat-orpengedaranuang/Contents/Default.aspx>.
- De Gooijer, J. G. dan Hynmand, R. J. (2006). 25 Years of Time Series Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 443-473.
- Ditago, A.P. (2015). *Model GSTARX Dua Level Berdasarkan Variasi Kalender dengan Efek Ramadhan untuk Peramalan Penjualan Pakaian di Perusahaan Ritel*. Surabaya : Tesis S2 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hanim, Y.M. (2015). *Penerapan Regresi Time Series dan ARIMAX untuk Peramalan Inflow dan Outflow Uang Kartal di Jawa Timur, DKI Jakarta dan Nasional*. Surabaya : Tugas Akhir S1 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hyndman, R.J., Koehler, A.B., Ord, J.K. and Snyder, R.D. (2008), *Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Karomah, A. (2014). *Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Model Variasi Kalender dan Model ARDL*. Surabaya:

Tugas Akhir S1 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Koehler, A.B., Synder, R.D., Ord, J.K., and Beaumont, A. (2012), "A Study of Outlier in the Exponential Smoothing Approach to Forecasting", *International Journal of Forecasting* 28, 477-484.
- Lee, M. H., dan Hamzah, N.A. (2010). Calendar Variation Model Based on Time Series Regression for Sales Forecasts: The Ramadhan Effect. In *Procedings of the Regional Conference on Statistical Sciences*, 30-41.
- Makridakis, S. Dan Hibon, M. (2000). The M3-Competition: Results, Conclusions and Implications. *International Journal of Forecasting*, 16(4), 451-476.
- Masun, N.H. (2015). *Peramalan Inflow dan Outflow Bulanan Uang Kartal di Kantor Perwakilan Bank Indonesia Wilayah IV Menggunakan Regresi Time Series dan ARIMAX*. Surabaya: Tugas Akhir S1 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nurhariyadi. (2015). *Exponential Smoothing dengan Pendekatan State Space untuk Peramalan Data Inflasi*. Surabaya : Tesis S2 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suhartono, Lee, M. H., dan Prastyo, D.D (2015). Two Levels ARIMAX and Regression Models for Forecasting Time Series Data with Calendar Variation Effect. In *Procedings of the 2nd Innovation and Analytics Conference & Exhibition*.
- Wei, W.W.S. (2006), *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods 2nd Edition*, Addison-Wesley Publishing Co, USA.
- Wulansari, R.E. (2014). *Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basis Function Network*. Surabaya: Tugas Akhir S1 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Zhang, G.P. (2003). Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model. *International Journal of Neorocomputing* 153-175.

BIODATA PENULIS



*A*na Susanti lahir di Pati, 6 Maret 1994. Penulis merupakan anak bungsu dari pasangan Bapak Ruslan dan Ibu Sri Watini. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK. Kalidoro Pati, SDN Geritan, SMPN 1 Pati, SMAN 1 Pati. Pada tahun 2012, penulis diterima di Institut Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Statistika melalui jalur SNMPTN dengan NRP 1312100033. Pada

masa kuliah penulis juga pernah melakukan kerja praktek di Kantor Pelayanan Pajak (KPP) Pratama Pati di bagian pengolahan data dan informasi sebagai upaya pengaplikasian ilmu statistika di dunia nyata. Sedangkan untuk menyelesaikan pendidikan di jenjang sarjana ini, penulis mengambil Tugas Akhir dengan tema *time series* dengan judul “**Model Hibrida *Exponential Smoothing* Pendekatan *State Space* dengan Metode Variasi kalender untuk Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di Jawa Timur**”. Jika pembaca ingin memberikan kritik dan saran serta ingin berdiskusi lebih lanjut tentang Tugas Akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui alamat *email*: susanti.ana0603@gmail.com.

